

Petri Lehmonen

EVOFLAT-  
HUONEISTOKOHTAISEN  
LÄMMÖNSIIRTOJÄRJESTELMÄN  
VERTAILU NYKYISEEN LVI-  
TEKNIikka JÄRJESTELMÄÄN


Opinnäytetyö  
Talotekniikan Koulutusohjelma

Joulukuu 2013



**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**  
Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILULEHTI

|  |                       |   |  |
|--|-----------------------|---|--|
|  <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br/>Mikkeli University of Applied Sciences</p>   |                       | <b>Opinnäytetyön päivämäärä</b><br><br>10.12.2013             |  |
| <b>Tekijä(t)</b><br><br>Petri Lehmonen   |                       | <b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b><br><br>Talotekniikka |  |
| <b>Nimeke</b><br><br>EvoFlat-huoneistokohtaisen lämmönsiirtojärjestelmän vertailu nykyiseen LVI-tekniikkajärjestelmään.  |                       |   |  |
| <b>Tiivistelmä</b><br><br><p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli vertailla Danfoss A/S:n EvoFlat-huoneistokohtaista lämmönsiirtojärjestelmää perinteisellä LVI-tekniikalla toteutettuun järjestelmään nähden ja tehdä kustannusvertailu järjestelmien välillä. Tavoitteena oli selvittää, paljonko putkien määrä vähenee huoneistokohtaisessa järjestelmässä verrattuna perinteisellä tavalla toteutettuun järjestelmään. Perinteisessä järjestelmässä lämmönjakohuoneesta lähtee lämmitysjärjestelmään meno- ja paluuviesiputki, käyttövedelle lämmin- ja kylmävesiputki sekä lämpimän käyttöveden kiertojohto ja ilmanvaihtokoneen lämmityspattereille meno- ja paluuviesiputki. Huoneistokohtaisessa järjestelmässä jää pois käyttöveden lämminvesiputki sekä lämpimän käyttöveden kiertojohto. EvoFlat-järjestelmässä asuntojen lämminkäyttövesi tuotetaan asunnoissa sijaitsevilla lämmönjakokeskuksissa.</p> <p>Työssä mallinnettiin EvoFlat-järjestelmällä toteutettu 42-huoneistoinen viisikerroksinen kerrostalo, jossa lämmönlähteenä on kaukolämpö. Vertailurakennuksena toimi sama kerrostalo, joka on toteutettu perinteisellä 5-putkijärjestelmällä.</p> <p>Työssä perehdyttiin teoreettisesti lämmönsiirtimiin, yleisesti kaukolämpöön ja siihen, miten legionellabakteeri täytyy ottaa huomioon suunnitelmissa ja mitoituslämpötiloissa. EvoFlat-järjestelmä ja sen toimintaperiaate esitellään myös teoriassa ja käytännössä.</p> <p>Perinteisen järjestelmän ja EvoFlat-järjestelmän suunnitelmien perusteella tehtiin kustannusvertailu sekä vertailu, jossa nähdään muutokset putkimetrien määrässä, linjasäätöventtiilien määrässä ja vesimittareiden määrässä. Muutokset on esitetty taulukoissa. Työn avulla saatiin selville kustannus- ja materiaali-muutokset. Kustannuslaskelma tehtiin yhteistyönä ARE Oy:n kanssa ja suunnittelu tehtiin AIRIX Talotekniikka Oy:n tiloissa. Työn tulosten avulla Danfoss A/S saa tietoa järjestelmän soveltuvuudesta Suomeen.</p> |                       |   |  |
| <b>Asiasanat (avainsanat)</b><br><br>EvoFlat, lämmitysjärjestelmät, kaukolämpö, lämmönsiirtimet, lattialämmitys, käyttövesi  |                       |   |  |
| <b>Sivumäärä</b><br>34+9   | <b>Kieli</b><br>Suomi | <b>URN</b>  |  |
| <b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>   |                       |   |  |
| <b>Ohjaavan opettajan nimi</b><br><br>Jarmo Tuunanen   |                       | <b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b><br><br>Danfoss A/S        |  |

## DESCRIPTION

|   |   |   |
|---|---|---|
|  <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br/>Mikkeli University of Applied Sciences</p>  |   | <b>Date of the bachelor's thesis</b><br><br>10 <sup>th</sup> of December 2013 |
| <b>Author(s)</b><br><br>Petri Lehmonen  | <b>Degree programme and option</b><br><br>Building services |   |
| <b>Name of the bachelor's thesis</b><br><br>Comparison between EvoFlat- an apartment-specific heating system and a traditional HVAC system  |   |   |
| <b>Abstract</b><br><br><p>The subject of this Bachelor's thesis was to make comparison between Danfoss A/S apartment-specific heating system and a traditional heating system. Cost comparison was also made. The objective was to determine how much the number of the pipes differed between an apartment-specific heating system and a traditional heating system. The traditional heating system contains the pipes to domestic hot water (DHW), domestic cold water (DCW) and circulation of domestic hot water, return and supply pipes for heating system and return and supply pipes for ventilation machine. An apartment-specific heating system contains only pipes for DCW and return and supply pipes for heating system. In the EvoFlat- system the DHW of apartments is produced in apartment substation.</p> <p>In the work a five-store apartment house was modelled. The apartment house was modelled on a EvoFlat -system. The apartment house comprised 42 apartments. Heat source is district heating. The comparison building was the same apartment house which has been designed on traditional five pipe system.</p> <p>In the work the heat exchangers and district heating were theoretically generally studied. The thesis also discusses how legionella bacterium must be taken into consideration in the plans and dimensioning temperatures. EvoFlat –the system and its operating principle also are presented in the theory and in practice.</p> <p>The cost comparison was made between a traditional and EvoFlat system. At the same time a comparison in which the changes in the material consumption and cost was made.</p> <p>The results show clearly what changes. The changes have been recorded in the tables. The work reports how must pipe numbers and cost changed. The cost estimate was made in cooperation with ARE Ltd. With the help of the results of the work Danfoss A/S gets information about the suitability of the system for Finland.</p> |   |   |
| <b>Subject headings, (keywords)</b><br><br>EvoFlat, heating systems, district heating, heat exchangers, floor heating, DHW, DCW   |   |   |
| <b>Pages</b><br><br>34+9  | <b>Language</b><br><br>Finnish                              | <b>URN</b>  |
| <b>Remarks, notes on appendices</b>   |   |   |
| <b>Tutor</b><br><br>Jarmo Tuunanen  |   | <b>Bachelor's thesis assigned by</b><br><br>Danfoss A/S                       |

## SISÄLTÖ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO .....                                       | 4  |
| 2     | YLEISTÄ.....   | 5  |
| 2.1   | DANFOSS A/S .....                                    | 5  |
| 2.2   | AIRIX Talotekniikka Oy .....                         | 6  |
| 2.3   | Kaukolämpö.....                                      | 7  |
| 3     | MATERIAALIT JA MENETELMÄT.....                       | 9  |
| 3.1   | Lämmönsiirtimet .....                                | 9  |
| 3.1.1 | Lämmönsiirtimien tyypit.....                         | 9  |
| 3.1.2 | Lämmönsiirrin mallit .....                           | 10 |
| 3.2   | Legionella-bakteeri .....                            | 12 |
| 3.2.1 | Lämmin käyttövesi .....                              | 13 |
| 3.2.2 | Kylmä käyttövesi .....                               | 13 |
| 3.3   | Perinteinen lämmitys- ja käyttövesijärjestelmä ..... | 13 |
| 3.3.1 | 5-putkijärjestelmä .....                             | 14 |
| 3.3.2 | 7-putkijärjestelmä .....                             | 14 |
| 3.4   | EvoFlat-järjestelmä .....                            | 15 |
| 3.4.1 | EvoFlatille soveltuvat lämmönlähteet.....            | 15 |
| 3.4.2 | Huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset .....         | 16 |
| 3.4.3 | Akva Lux II S-F.....                                 | 17 |
| 3.4.4 | Paineohjautuva termostaattinen säätölaite .....      | 18 |
| 3.4.5 | EvoFlat-järjestelmän ominaisuudet .....              | 19 |
| 3.4.6 | EvoFlat-järjestelmän hyödyt .....                    | 20 |
| 3.5   | Referenssirakennus .....                             | 22 |
| 3.6   | Huoneistokohtainen EvoFlat-järjestelmä .....         | 23 |
| 3.6.1 | Lämmönjakuhuone ja yleiset tilat.....                | 24 |
| 3.7   | Mitoitukset.....                                     | 24 |
| 3.7.1 | Putkistojen mitoitus .....                           | 24 |
| 3.7.2 | Lämmitysputkistot .....                              | 25 |
| 3.8   | Eristesarjat .....                                   | 25 |
| 4     | TULOKSET.....  | 28 |
| 5     | POHDINTA.....  | 32 |
|       | Lähteet  |    |

Liitteet:

- Liite 1. Mitoituskartta
- Liite 2. Lämmönsiirrin
- Liite 3. Mitoitusohjelman tuloste
- Liite 4. Perinteisellä tavalla toteutettu lattialämmitys
- Liite 5. Tekniset tiedot Akva Lux II TDP-F
- Liite 6. Tekniset tiedot Akva Lux VX3 E

Käytetyt merkinnät ja lyhenteet:

|                   |  |
|-------------------|--|
| Re                | Reynoldsin luku  |
| v                 | Virtausnopeus, m/s   |
| d                 | Putkihalkaisija, mm  |
| $\nu$             | Nesteen kinemaattinen viskositeetti, Pa s  |
| $\phi_{LV}$       | Käyttöveden tarvitsema mitoitus-teho, Kw   |
| $\rho_v$          | Veden tiheys, kg/m <sup>3</sup>  |
| cpv               | Veden ominaislämpökapasiteetti, J/(K·kg)   |
| q <sub>v</sub>    | Mitoitusvirtaama, dm <sup>3</sup> /s   |
| T <sub>2</sub>    | Lämpimän veden lämpötila, °C   |
| T <sub>1</sub>    | Kylmän veden lämpötila, °C   |
| T <sub>1</sub> '  | Lämmittävän ainevirran lämpötila   |
| T <sub>1</sub> '' | Lämmittävän ainevirran lämpötila   |
| T <sub>2</sub> '  | Lämmitettävän ainevirran lämpötila   |
| T <sub>2</sub> '' | Lämmitettävän ainevirran lämpötila   |
| C <sub>1</sub>    | Ainevirran lämpökapasiteettivirta  |
| C <sub>2</sub>    | Ainevirran lämpökapasiteettivirta  |
| q                 | Jakojohdon mitoitusvirtaama  |
| q <sub>N1</sub>   | suurin normivirtaama mitoitet-tavassa putkessa, dm <sup>3</sup> /s                                     |
| q <sub>m</sub>    | Venttiilin keskimääräinen virtaama, dm <sup>3</sup> /s   |
| Θ                 | Todennäköisyys, että normivirtaama q <sub>n1</sub> on vesikalusteella käytössä huippukulutuksen aikana |
| Q                 | Vesipisteiden normivirtaamien summa, dm <sup>3</sup> /s  |
| A                 | Kerroin, joka ottaa huomioon kuinka usein mitoitusvirtaama ylitetään.                                  |
| Aa                | Mineraalivillakouru  |
| Ab                | Mineraalivillakouru + Alumiinilaminaatti   |
| Ac                | Mineraalivillakouru + Alumiinilaminaatti + suljin  |
| s                 | Eristeen paksuus   |
| a                 | Eristettävien putkien asennusväli  |
| b                 | Eristettävän putken ja kiinteän rakenteen väli   |

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Danfoss A/S:lle. Työn tarkoituksena on perehtyä huoneistokohtaisten lämmönjakokeskusten käyttämiseen ja asennustapoihin sekä tehdä kustannusvertailu perinteisen lämmönjakotavan ja huoneistokohtaisen lämmönjakotavan välillä. Huoneistokohtaisessa järjestelmässä jokaiseen asuntoon sijoitetaan huoneistokohtainen lämmönjakokeskus. EvoFlat-huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset ovat Danfossin kehittämiä, ja niillä voidaan tuottaa huoneistokohtaisesti lämmin käyttövesi sekä hoitaa huoneiston lämmitykseen lämmitysenergia. Työssä suunnitellaan EvoFlat-lämmitysjärjestelmä asuinkerrostaloon, jossa on 42 huoneistoa sekä yleiset tilat. Asuinkerrostalon lämmönlähteenä toimii kaukolämpö.

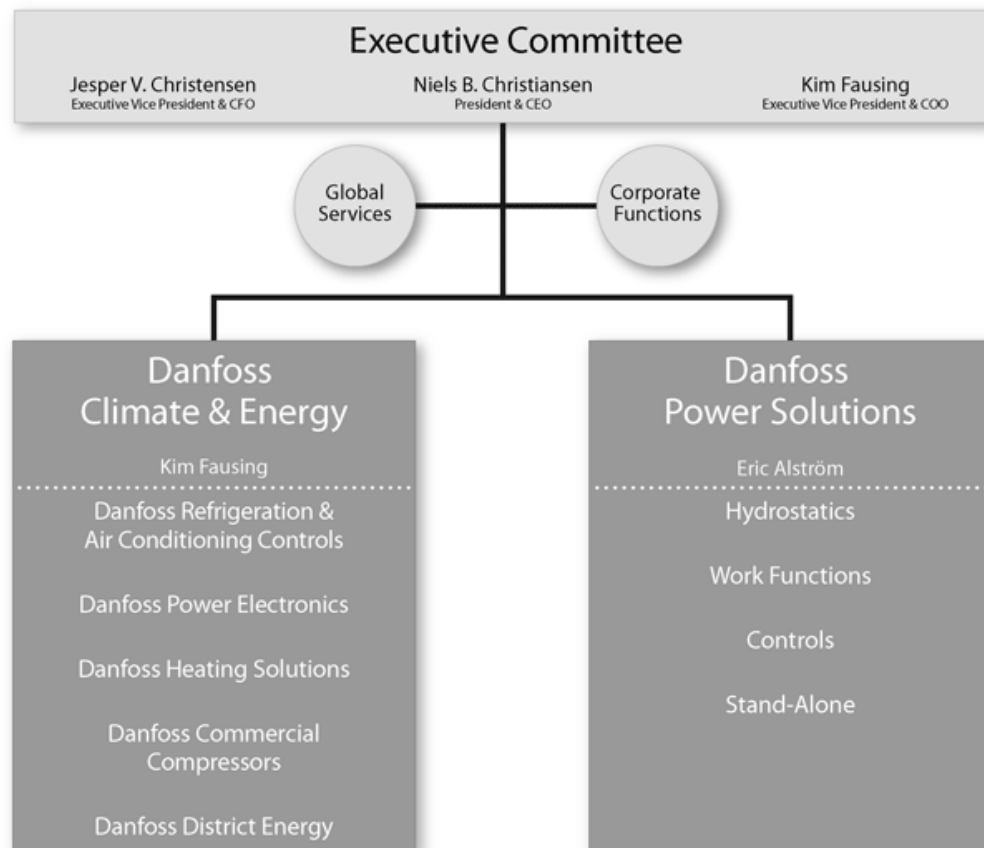
Suunnitelmat tullaan toteuttamaan MagiCad-ohjelmalla. MagiCad on Progman Oy:n kehittämä talotekniikan suunnitteluohjelmisto. Suunnittelu tehtiin yhteistyössä AIRIX Talotekniikka Oy:n kanssa. EvoFlat-mitoitus tehdään kyseisen järjestelmän omalla mitoitusohjelmalla. Kustannusvertailu tehdään referenssiasiuinkerrostaloon, joka on suunniteltu ja toteutettu perinteisellä keskitetyllä lämmitys- ja käyttövesijärjestelmällä. Perinteisessä ratkaisussa lämmönjakuhuoneen lämmönlähteestä lähtee huoneistoille viisi putkea. Nämä putket ovat lämmitysjärjestelmien meno- ja paluuputket, lämmin käyttövesi, kylmävesi- ja lämpimän vedenkiertojohto. Ilmanvaihtokoneiden lämmityspatterien lämmitys on toteutettu sähköisesti. EvoFlat-järjestelmässä lämmönlähteeltä lähtee vain kolme putkea; lämmitysjärjestelmän meno- ja paluuputki sekä kylmävesiputki lämmönjakuhuoneesta huoneistokohtaisiin lämmönjakokeskuksiin.

EvoFlat-järjestelmällä saadaan toteutettua tasainen lämmönjako huoneistoon. Käyttäjät saavat nopeasti lämmintä ja hygieenistä käyttövettä ilman lämpimän käyttöveden kiertojohtoa. Järjestelmä mahdollistaa sen, että käyttäjät maksavat vain siitä energias-  
ta, joka kuluu lämpimän käyttöveden valmistamiseen ja asunnon lämmitykseen. EvoFlat-järjestelmän kustannusvertailun tarkoituksena on selvittää, paljonko kustannukset eroavat perinteisestä menetelmästä.

## 2 YLEISTÄ

### 2.1 DANFOSS A/S

Danfoss A/S on perustettu vuonna 1933 Tanskassa, ja sen perustaja oli Mads Clausen. Yrityksen pääkonttori on Nordborgissa Tanskassa, mutta yrityksellä on konttoreita 47 eri maassa ja tehtaita 59 kappaletta 21 maassa. Danfoss A/S on maailmanlaajuisesti toimiva yritys, joka työllistää noin 23 000 ihmistä, ja sen liikevaihto on n. 4,5 miljardia euroa vuonna 2012. Yhtiö on tällä hetkellä Tanskan suurimpia teollisuusyrityksiä. Danfoss toimii muun muassa seuraavilla toimialueilla: lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät, VLT taajuusmuuttajat, teollisuusautomaatiikka ja korkeapainejärjestelmät. Danfoss on maailman johtavin yritys mekaanisten ja elektronisten komponenttien tutkimuksessa, tuotekehityksessä sekä tuotannossa [10]. Danfoss toimii Suomessa Leppävirralla ja Espoossa. Kuvassa 1 on esitetty Danfossin organisaatio. Kuvasta käy ilmi yrityksen toiminta-alueet sekä ylimmät johtohenkilöt.

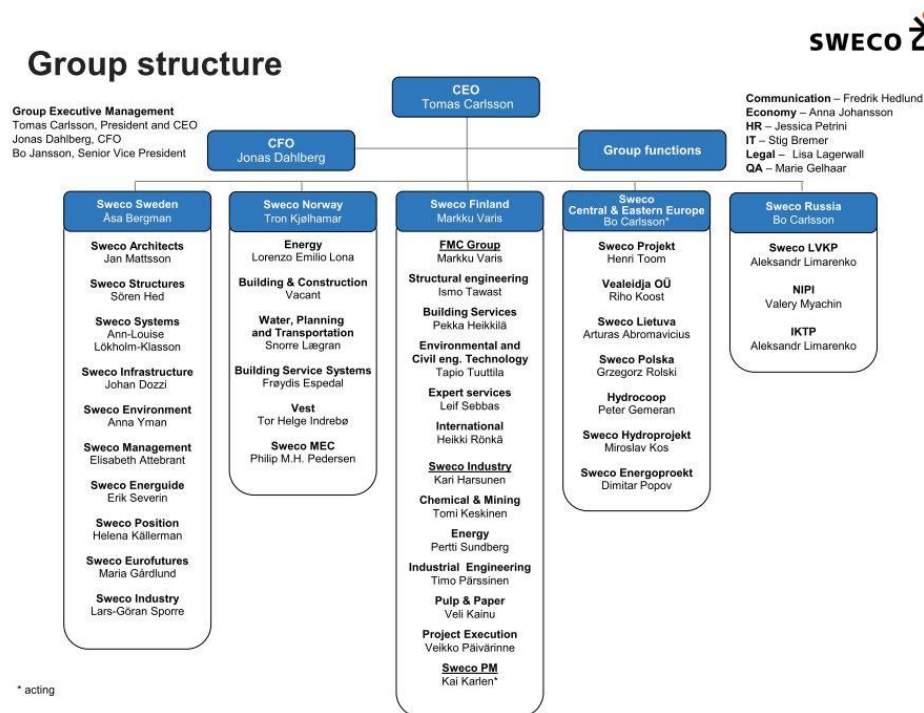


**KUVA 1. Danfossin Organisaatio [10]**



## 2.2 AIRIX Talotekniikka Oy

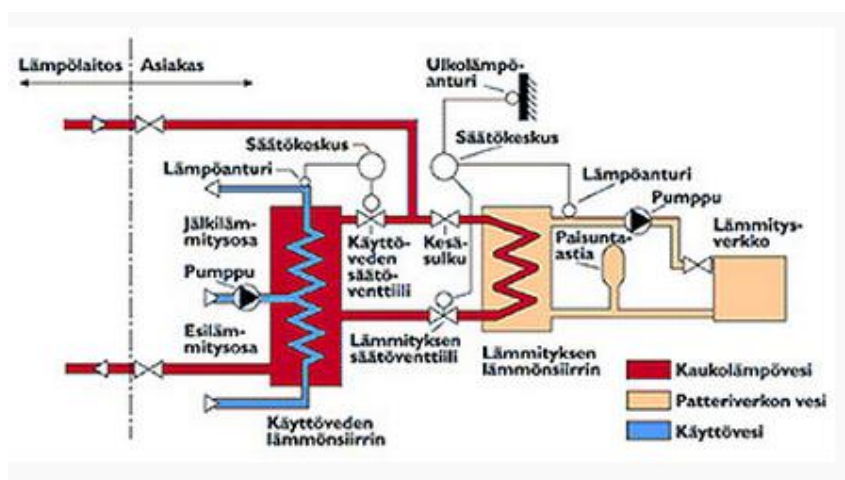
AIRIX Talotekniikka Oy toimii LVI-, sähkö- ja rakennusautomaatiosuunnittelussa. Se toimii myös kiinteistöjen energiataloudellisen käytön ja kunnossapidon asiantuntijana. Yrityksessä on 180 työntekijää ja liikevaihto on 15 Meur. AIRIX Talotekniikka Oy toimii Espoossa, Jyväskylässä, Kouvolassa, Kuopiossa, Oulussa, Rovaniemellä, Tampereella ja Turussa. AIRIX talotekniikka on Finnmap Consulting Group Oy:n tytäryhtiö. FMC Group muodostaa rakenne- ja talotekniikkaan, teollisuus- ja energiatekniikkaan, ympäristö- ja yhdyskuntatekniikkaan sekä asiantuntijapalveluihin vahvasti erikoistuneen suunnittelukonsernin. FMC Group toimittaa projektipalveluja globaalisti. Kiinteitä toimipisteitä on Suomen lisäksi Itä-Euroopassa ja Intiassa. Konserni työllistää yli 1100 asiantuntijaa ja laskutus vuonna 2011 oli 82 Meur. Helmikuusta 2012 lähtien FMC Group on kuulunut Sweco-konserniin. Sweco AB on kansainvälinen konsulttiyritys, jonka asiantuntemus kattaa teknisen konsultoinnin palvelut, ympäristötekniikan ja arkkitehtisuunnittelun. Sweco AB työllistää Suomessa noin 1700 ammattilaista ja koko konserni työllistää noin 9000 henkilöä. Sweco AB toimii muu muassa seuraavilla osaamisalueilla; Teollisuussuunnittelu, Arkkitehtuuri, Talotekniikka, Rakennesuunnittelu, infrastruktuuri ja rakenteet sekä vesi ja ympäristö. [11]. Kuvassa 2 on esitetty Sweco AB:n organisaatio.



KUVA 2. Sweco AB:n organisaatio [11]

## 2.3 Kaukolämpö

Kaukolämmitys on taajama-alueiden keskitetty lämmitystapa. Kaukolämpöä tuotetaan yleensä sähkön- ja kaukolämmönyhteistuotantolaitoksessa. Sähköntuotannossa syntyvä lämpöä hyödynnetään esimerkiksi rakennusten lämmityksessä. Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotanto tapahtuu niin sanotuissa vastapainevoimalaitoksessa, jonka hyötysuhde voi olla yli 85 %. Polttoaine voi olla hyvin monipuolista, tuotannossa käytetään maakaasua, turvetta, haketta, raskasta polttoöljyä, kierrätyspolttoainetta, esimerkiksi yhdyskuntajätettä, kivihiiltä. [1]. Kuvassa 3 on esitetty kaukolämpö asiakkaan lämmönjakokeskuksen toimintaperiaate.



KUVA 3. Lämmönjakokeskuksen toimintaperiaate [15]

Lämmönjakokeskus on laitekokonaisuus, joka liitetään kaukolämmönmittauskeskukseen, käyttövesi- ja lämmitysverkostoihin sekä paisuntalaitteisiin. Lämmönjakokeskus käsittää lämmönsiirtimet, ensiöpuolen ja mahdollisesti toisiopuolen säätölaitteet, pumppauslaitteet, venttiilit ja varusteet sekä tarvittavan putkiston. Kaukolämpökuluttajat kytketään kaukolämpöverkkoon lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimien välityksellä. [1].

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty uuden rakennuksen K1 2013 mukaiset lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat. K1 sisältää Energiategollisuus ry:n määräykset ja ohjeet rakennuksen kaukolämmitykselle [14]. Uusi K1 astui voimaan 01.09.2013 ja tämän määräyksiä ja ohjeita sovelletaan 01.01.2014 lähtien. Taulukossa 3 on esitetty vanhan K1 2007 mukaiset lämmönsiirtimien lämpötilat [17].

**TAULUKKO 1. K1 2013 Uudisrakennuksien lämmityksen ja ilmanvaihdon mitoitussulkolämpötilassa [14]**

|   | LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C |  |             |             |
|---|--|--|-------------|-------------|
|   | ENSIÖ                                  |  | TOISIO      |             |
|   | TULO                                   | PALUU  | PALUU       | MENO        |
| Lämmityksen lämmönsiirtimet, radiaattori-lämmitys | 115                                    | 33<br>(max)  | 30<br>(max) | 45<br>(max) |
| Lämmityksen lämmönsiirtimet, lattialämmitys       | 115                                    | 33<br>(max)  | 30<br>(max) | 35<br>(max) |
| Kosteiden tilojen mukavuuslattialämmitys          | 70                                     | 28<br>(max)  | 25<br>(max) | 30<br>(max) |
| Ilmanvaihdon lämmönsiirtimet                      | 115                                    | 33<br>(max)  | 30<br>(max) | 60<br>(max) |
| Huomautus   |  | Ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 3 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila |             |             |

**TAULUKKO 2. K1 2013 Käyttöveden mitoitussulkolämpötilat [14]**

|                             | LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C |             |            |             |
|-----------------------------|--|-------------|------------|-------------|
|                             | ENSIÖ                                  |             | TOISIO     |             |
|                             | TULO                                   | PALUU       | KYLMÄ VESI | LÄMMIN VESI |
| Käyttöveden lämmönsiirtimet | 70                                     | 20<br>(max) | 10         | 58          |

**TAULUKKO 3. K1 2007 Uudisrakennuksien lämmityksen ja ilmanvaihdon mitoitussulkolämpötilassa [17]**

|  | LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C |  |   |                        |
|--|--|--|---|------------------------|
|  | ENSIÖ                                  |  | TOISIO  |                        |
|  | alkulämpötila<br>TULO                  | loppulämpötila<br>PALUU  | alkulämpötila<br>PALUU  | loppulämpötila<br>MENO |
| Käyttöveden lämmönsiirtimet                                | 70                                     | enintään 25  | 10  | 58                     |
| Lämmityksen yms. lämmönsiirtimet mitoitussulkolämpötilassa | 115                                    | enintään 45  | enintään 40   | enintään 70            |
| • lattialämmitys   |  |  |   | enintään 45            |
| Huomautukset   |  | Ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 5 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila |   |                        |
| • lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimet              |  |  |   |                        |
| • lämpimän käyttöveden kiertojohto                         |  |  | Lämmönvesijohtoon lähtevän veden virtaus mitoitetaan ja lämpötila säädetään niin, että paluuveden lämpötila on yli 55 °C /D1/ |                        |

### 3 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

#### 3.1 Lämmönsiirtimet

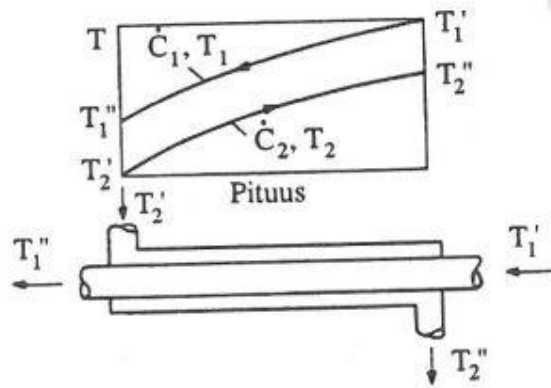
Lämmönsiirtimet siirtävät lämpöä toisesta ainevirrasta toiseen niin, etteivät eri ainevirrat pääse sekoittumaan keskenään siirtimessä. Siirtimiä on olemassa erikokoisia, -tyyppisiä ja –tasoisia, ja ne kaikki perustuvat lämmön siirtymiseen ainevirrasta toiseen. Siirtimet on tehty hyvin lämpöä johtavista materiaaleista, yleensä levy- tai spiraalimalliseksi. [1].

Lämmönsiirtimet jaetaan rekuperatiivisiin ja regeneratiivisiin lämmönsiirtimiin. Rekuperatiivisissa siirtimissä virtaa kaksi seinämän erottavaa ainevirtaa. Lämpö siirtyy ainevirrasta toiseen. Lämmitysjärjestelmissä käytettävät lämmönsiirtimet ovat yleensä rekuperatiivisia. Lämmönsiirtimeen sisässä neste virtaa yleensä turbulenttisesti tai laminaarisesti. Laminaarinen virtaus on suoraviivaista, kun taas turbulenttisessa virtauksessa esiintyy pyörteitä. Ainevirran muuttuessa laminaarisesta turbulenttiseksi muuttuu lämmönsiirtimeen lämmönjohtokyky paremmaksi. LVI-sovelluksissa virtaus on yleensä aina turbulenttista. Alla olevalla yhtälöllä 1 määritellään Reynoldsin luku, jonka kautta saadaan selville, onko neste turbulenttista vai laminaarista. Virtaus on laminaarista, kun  $Re \leq 2320$  ja turbulenttista, kun  $Re > 3000$ . [1].

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad (1)$$

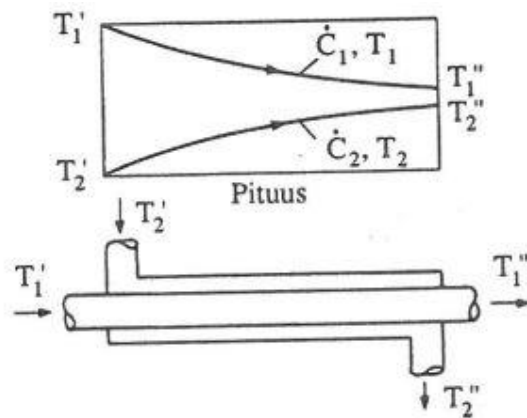
##### 3.1.1 Lämmönsiirtimien tyypit

Lämmönsiirtimet voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: vasta- ja myötävirtalämmönsiirtimiin sekä ristivirtalämmönsiirtimiin. Vastavirtalämmönsiirtimissä ainevirrat kulkevat vastakkaisiin suuntiin [2]. Kuvassa 4 on esitetty vastavirtalämmönsiirrin sekä lämpötilojen kulku lämmönsiirtimessä.



**KUVA 4. Vastavirtalämmönsiirrin [1]**

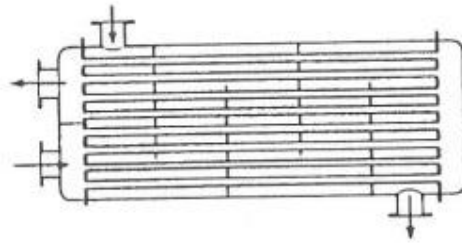
Myötävirtasiirtimessä ainevirrat kulkevat samaan suuntaan. Kuvassa 5 on esitetty myötävirtalämmönsiirrin ja lämpötilojen kulku lämmönsiirtimessä. Ristivirtasiirtimessä ainevirrat kulkevat toisiaan vastaan ristikkäiseen suuntaan. Tehokkain lämmönsiirtotapa lämmönsiirtopinnan huomioon ottaen on vastavirtalämmönsiirrin. Heikoimman lämmönsiirron omaa myötävirtalämmönsiirrin. [2].



**KUVA 5. Myötävirtalämmönsiirrin [1]**

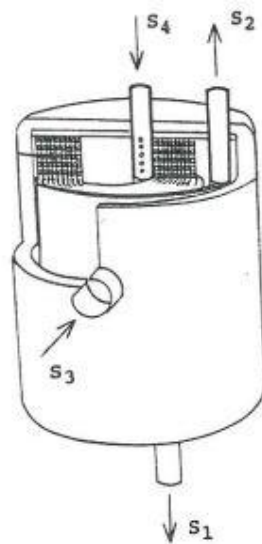
### 3.1.2 Lämmönsiirrin mallit

Lämmönsiirrinmalleja ovat putki-, spiraali-, ja levylämmönsiirrin. Putkilämmönsiirrin koostuu kuoresta ja sen sisällä olevista putkinipuista. Siirtimessä virtaa materiaalin erottamat kaksi erillämpöistä ainevirtaa Putkilämmönsiirtimessä ainevirran virtaus on myötä-, vasta-, ja ristivirran yhdistelmä. Kuvassa 6 on esitetty putkilämmönsiirrin. [2].



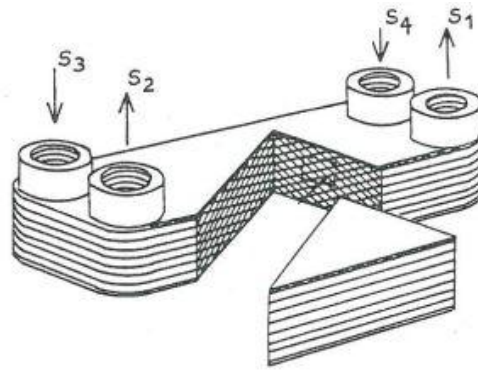
**KUVA 6. Putkilämmönsiirrin [1]**

Spiraalsiirtimessä on pieniä samankeskeisiä putkia, jotka on asennettu lomittain kierreisesti isompien putkien sekaan muodostaen ison kierukkalämmönsiirtimen. Tämän tyyppiset lämmönsiirtimet ovat vahvarakenteisia, mutta ne omaavat huonon lämmönsiirtokyvyn johtuen heikosti lämpöä johtavasta pinta-alasta [2]. Kuvassa 7 on esitetty kierukkaputkilämmönsiirrin.



**KUVA 7. Kierukkaputkilämmönsiirrin [1]**

Levylämmönsiirrin koostuu pitkittäin asennetuista levyistä, jotka on asennettu tukevien päätylevyjen väliin. Levyt on asennettu niin, että levyvälissä lämmitettävä ainevirta ja joka toisessa lämmitettävä ainevirta. Levylämmönsiirtimissä on hyvä lämmönsiirtokyky. [2]. Kuvassa 8 on levylämmönsiirrin ja toimintaperiaate.



**KUVA 8. Levylämmönsiirtimen toimintaperiaate [1].**

### 3.2 Legionella-bakteeri

Legionella-bakteeri voi esiintyä kaikissa vesijärjestelmissä. Legionellan kasvuille soveltuva paras kasvulämpötila on 20 – 45 °C. Erityisesti rakennuksien kylmä- ja lämminvesijärjestelmät ovat alttiita bakteereille. Esimerkiksi vesisäiliön pohja, johon on kertynyt humusta ja ruostetta putkistosta, on hyvää kasvualustaa legionella-bakteerille sekä muille mikrobikasvustoille. Lämpimän käyttöveden tulisi olla aina yli 50°C, jotta legionella-bakteerin riski minimoituisi. Kylmän veden lämpötilan tulisi olla alle 20 °C. Legionella-bakteeri aiheuttaa legionelloosia eli legioonalaistautia. Tauti leviää, jos bakteerin saastuttama vesihöyry joutuu hengitysteihin. Saastuneen veden juominen ei ole vaarallista eikä tauti tartu ihmisestä toiseen. Tauti saadaan pääasiassa alitehoisen lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmän vuoksi. [5]. Kuvassa 9 on esitetty legionella-bakteeri.



**KUVA 9. Legionella-bakteeri [7]**

### **3.2.1 Lämmin käyttövesi**

”Lämminvesilaitteisto on suunniteltava ja asennettava siten, että veden lämpötila siinä on vähintään 58 °C [14]. Lisäksi henkilökohtaiseen puhtaanapitoon tarkoitetuista lämminvesikalusteista saatavan veden lämpötila ei saa olla korkeampi kuin 65 °C. Rakennuksissa, joissa on huoneistokohtaiset vedenlämmittimet, lämpimän käyttöveden odotusaika voi olla enintään 30 sekuntia.” [6].

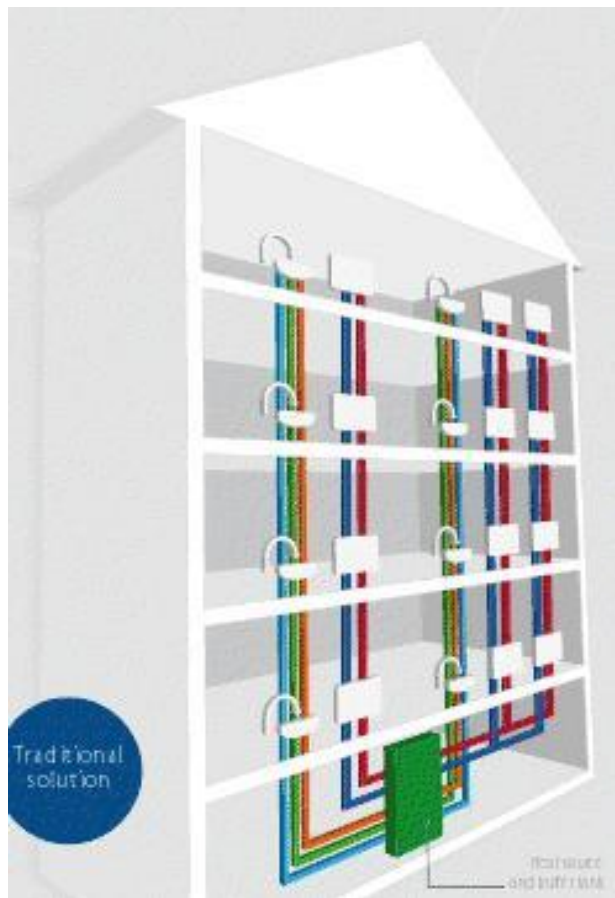
### **3.2.2 Kylmä käyttövesi**

”Kylmänveden lämpötila ei saa yleensä nousta yli 20 °C:een. Kylmävesijohto, joka sijaitsee tilassa, jonka lämpötila on korkeampi kuin 30 °C, esimerkiksi putkikanavassa, alakatossa tai vastaavassa tilassa, lämpöeristetään. Kylmävesijohto sijoitetaan riittävän etäälle lämpimistä johdoista.” [6].

## **3.3 Perinteinen lämmitys- ja käyttövesijärjestelmä**

Perinteisesti kerrostalot toteutetaan 5- tai 7-putkijärjestelmänä. Lämmönjakohuoneessa on lämmönsiirtimet lämmitysverkostolle, lämpimälle käyttövedelle ja ilmanvaihtoverkoston lämmityspatterille. Lämmitysjärjestelmän ja lämpimän käyttöveden kiertopumput sijaitsevat lämmönjakohuoneessa. [1]. Kuvassa 10 on esitetty perinteisellä LVI-tekniikalla tehty rakennus. [4].





**KUVA 10. Perinteisellä 5-putkijärjestelmällä toteutettu rakennus [4]**

### 3.3.1 5-putkijärjestelmä

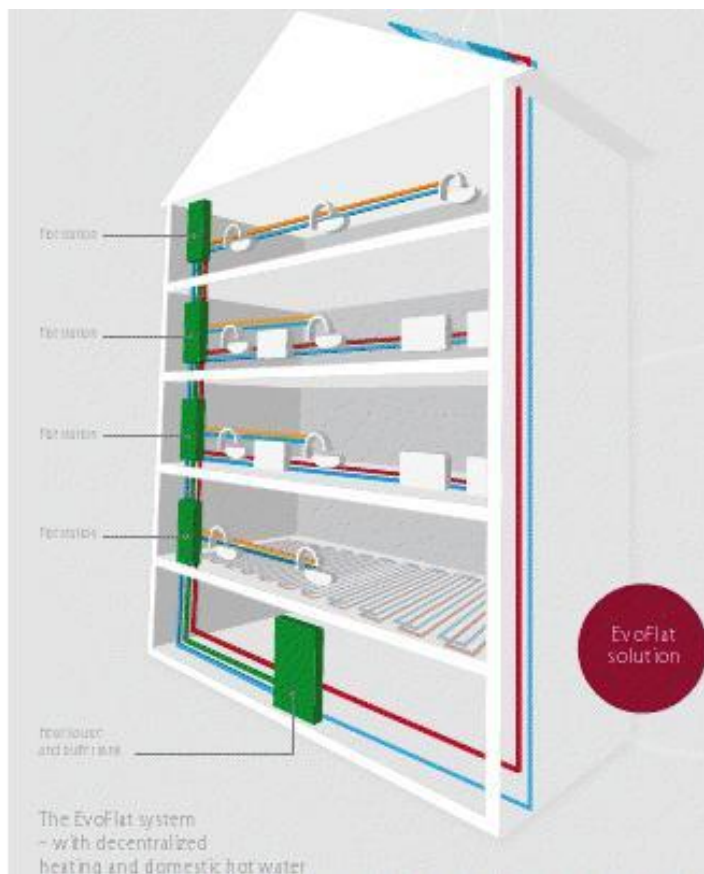
5-putkijärjestelmässä lämmönjakohuoneesta lähtee lämmityksen meno- ja paluuputket, kylmä käyttövesiputki sekä lämmin käyttövesiputki ja lämpimän käyttöveden kiertojohto. IV-koneen lämmityspatterin lämmitys tapahtuu sähköllä. Lämmönjakohuoneessa on lämmönsiirtimet lämmitysjärjestelmälle ja lämpimälle käyttövedelle.

### 3.3.2 7-putkijärjestelmä

Keskitetyssä ilmanvaihdossa ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin meno- ja paluuputki lähtevät myös lämmönjakohuoneesta, jolloin kyseisestä huoneesta lähtee 7 putkea. Lämmönjakohuoneessa on lämmönsiirtimet lämmitysjärjestelmälle ja lämpimälle käyttövedelle ja IV-verkoston lämmityspatterille.

### 3.4 EvoFlat-järjestelmä

EvoFlat-huoneistokohtainen järjestelmä on Danfoss A/S:n kehittämä huoneistokohtainen lämmitys- ja käyttövesijärjestelmä. Järjestelmä sisältää huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset sekä käyttövesi- ja lämmitysputkiston. Lämmönjakokeskukseen sisältyy lämmönsiirrin, joka tuottaa nopeasti lämmintä käyttövettä. Keskukseen sisältyvällä säätöventtiilillä säädetään lämpimän käyttöveden lämpötilaa. Lämmin käyttövesi asunnolle saadaan tuotettua EvoFlat-keskuksella. Lämmönlähteenä voi olla esimerkiksi kaukolämpö. Lämmönjakokeskuksessa on vain yksi lämmönsiirrin EvoFlatin tarvitsemalle lämpöjohtoverkostolle. [4]. Kuvassa 11 on esitetty EvoFlat-järjestelmällä toteutettu rakennus.



**KUVA 11. EvoFlat-järjestelmällä toteutettu rakennus[4]**

#### 3.4.1 EvoFlatille soveltuvat lämmönlähteet

EvoFlatille soveltuu kaukolämmön lisäksi muutkin energian tuottotavat. Lämmönjakohuoneen lämmönlähteenä voidaan käyttää myös puskurivaraajaa, jolloin energialäh-

teeksi käy mikä tahansa saatavilla oleva lämmönlähde. Lämmönlähteestä riippumatta huoneistokohtainen järjestelmä pystyy säilyttämään toiminnallisuutensa. [4]. Alla on lueteltu esimerkkejä mitä energiantuotannon tapoja voidaan käyttää.

- Pellettikattila
- Aurinkovoima
- Maalämpö

### 3.4.2 Huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset

EvoFlat-järjestelmässä lämpimään käyttöveteen ja lämmitykseen tarvittava energia tuotetaan lämmönjakohuoneessa sijaitsevalla lämmönjakokeskuksella. Lämmönjakohuoneessa on lämmönjakokeskus, jossa on vain yksi lämmönsiirrin EvoFlat verkostolle. Siirtimeltä lähtee EvoFlat-keskuksille lämmin meno- ja paluuesiputki. Lisäksi lämmönjakohuoneesta lähtee kylmävesiputki, josta otetaan asuntojen kylmä käyttövesi ja kylmästä vedestä tehdään lämmin käyttövesi huoneistokohtaisessa EvoFlat-keskuksessa. Huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset asennetaan asuntoihin ja niihin saa tarvittaessa energian- ja vedenkulutusmittarit. Järjestelmä soveltuu eri lämmönjako muodoille mm. lattia-, patteri- ja säteilylämmitykselle. Keskus on suunniteltu toimimaan myös matalalla veden lämpötilalla. [4]. Kuvassa 12 on esitetty huoneistokohtainen lämmönjakokeskus Akva Lux II TDP-F sekä sen tärkeimmät komponentit.



KUVA 12. Huoneistokohtainen lämmönjakokeskus Akva Lux II TDP-F [4]

Kuvassa 12 esitetyn lämmönjakokeskuksen avainkomponentit ovat seuraavat:

1. Mikrolevylämmönsiirrin lämpimälle käyttövedelle
2. Paineohjautuva termostaattinen säätölaite
3. Paine-erosäädin
4. Sovite energia- ja vesimittarille
5. Termostaattinen kesäohitus
6. Suodattimet kaksi kappaletta
7. Lämpöeristys
8. On/Off 2-tie-venttiili

Huoneistokohtaisen lämmönjakokeskuksen kotelo on eristetty ja tämän ansiosta lämpöhäviöt on saatu pieniksi. Mallissa Akva Lux II TDP-F on valmius lämpimän käyttöveden kierrolle. Lämmönjakokeskuksissa kaikki putket on ruostumatonta terästä. Jakokeskukset voidaan asentaa seinälle tai upottamalla seinään. Tämä täytyy ottaa huomioon suunniteltaessa järjestelmää. Malleissa on kesäohitus, joka pitää tuloputken lämpimänä kesäkuukausina, jolloin lämmitys on suurilta osin pois käytöstä.

### **3.4.3 Akva Lux II S-F**

Malli Akva Lux II S-F sisältää lisäksi sekoituspumpun lattia- ja patterilämmitykseen. Lämmitysverkoston säätö hoidetaan tässä tapauksessa menoveden lämpötilasäätimen avulla. Lämmityspuoli koostuu sekoituspumpusta, suodattimesta, takaiskuventtiilistä ja kiertopumpusta. Malli on varustettu linjasäätöventtiilillä. Akva Lux II S-F:n tekniset tiedot on esitetty liitteessä 5. Lattialämmityksen säätö voidaan toteuttaa esimerkiksi kohdassa 3.6 esitetyllä lattialämmityksen jakotukkijärjestelmällä. Lämmintä käyttövetä säädetään paineohjautuvan termostaattisen säätölaitteen avulla. Kuvassa 13 on esitetty Akva Lux II S-F.



**KUVA 13. Huoneistokohtainen lämmönjakokeskus Akva Lux II S-F [4]**

#### **3.4.4 Paineohjautuva termostaattinen säätölaite**

”Kun lämmintä käyttövettä käytetään, säädetään lämpötilaa sisäänrakennetulla termostaattisella komponentilla. Komponentti sisältää hydraulisen nopeatoimisen säätimen lämmönsiirtimelle, jonka ansiosta siirtimelle ei muodostu bakteerikasvustoa. Säätölaitteen paineohjautuva osa sallii ensiö- ja toisiopiirin virtaaman lämmönsiirtimen lävitse vain silloin, kun lämmintä käyttövettä tarvitaan. Säädin sulkee virtaaman heti, kun lämmintä käyttövettä ei enää tarvita.” [4]. Kuvassa 14 on esitetty paineohjautuva termostaattinen säätölaite.



**KUVA 14. Paineohjautuva termostaattinen säätölaite [4]**

Kuvassa 15 on esitetty Akva Lux II, joka on suunniteltu pelkästään lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Tämä on suunniteltu asennuksiin, joissa huoneistokohtainen lämmönjakokeskus tuottaa pelkän lämpimän käyttöveden ja huoneistokohtainen lämmitys toteutetaan muulla tavalla.



**KUVA 15. Akva Lux II [4]**

### **3.4.5 EvoFlat-järjestelmän ominaisuudet**

#### **Tilantarve**

”Järjestelmän putkitukset vievät vähemmän tilaa putkiroiloissa verrattuna 5- tai 7-putkijärjestelmään. Voidaan asentaa seinään esimerkiksi uppoasennuksella, rappukäytäviin tai kuiluihin. Järjestelmä voidaan asentaa asunnoissa uppoasennuksella tai pinta-asennuksella esimerkiksi kylpyhuoneeseen. Järjestelmässä on matalat huolto- ja ylläpitokustannukset. Asuntoon asennettu EvoFlat-keskus vie hieman enemmän tilaa, kuin perinteisellä putkituksella toteutetut järjestelmät. Järjestelmä soveltuu niin uudis- kuin saneerauskohteisiin.” [4]

#### **Lämpöenergian mittaus**

”Järjestelmä mahdollistaa lämpöenergian mittaamisen sekä sillä voidaan seurata käyttäjän käyttämää lämmitysenergiaa ja lämpimän käyttöveden valmistukseen kuluva energiaa. Käyttäjää laskutetaan vain käyttämästään energiasta. Tämä huoneistokohtainen mittaus mahdollistaa käyttäjien lämmitys- ja vesilaskujen paremman hallinnan. Energiamittarin avulla voidaan myös seurata järjestelmän vikoja.” [4].

## Hygienia ja lämpöhäviöt

”Järjestelmässä on hyvin pieni bakteerikasvuston mahdollisuus. Koska järjestelmässä ei ole lämpimän käyttöveden kiertojohtoa, niin putkistojen lämpöhäviöt ovat pienempiä.” [4].

## Danfoss Link

Asuntojen huonelämpötiloja voidaan ohjata asuntokohtaisesti esimerkiksi Danfoss link-järjestelmällä. Tämä on Danfossin kehittämä järjestelmä lämmitysjärjestelmien langattomaan kytkentään ja ohjaukseen asuin- ja liikerakennuksissa. Yhdellä Danfoss Link-keskussyksiköllä voidaan ohjata 30 huonetta, ja se voidaan liittää 50 laitteeseen. [18]. Taulukossa 4 on esitetty EvoFlat-huoneistokohtainen järjestelmä verrattuna perinteisiin vaihtoehtoihin. Kuvasta, nähdään mitä etuja ja hyötyjä EvoFlat-järjestelmä tuo.

**TAULUKKO 4. EvoFlat-huoneistokohtainen järjestelmä verrattuna perinteisiin vaihtoehtoihin [4]**

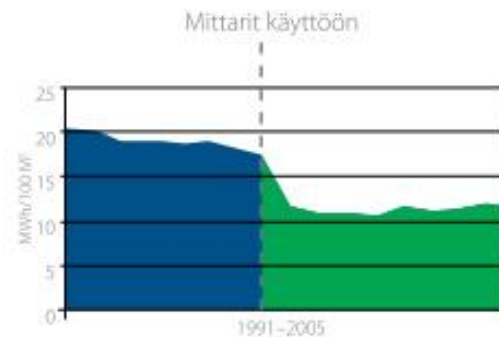
| Parametri                                       | EvoFlat-huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset | Kaukolämpö, keskitetty lämmitys sekä lämminvesi | Hajautettu lämmin käyttövesi | Keskitetty lämminvesivaraaja ja lämmin käyttövesi | Käyttöveden lämmitys aurinkoenergialla |
|---|--|---|------------------------------|---|--|
| Huoneistokohtainen mittaus ja laskutus          | ✓  |   |                              |   | ✓                                      |
| Tehokas lämpöenergian hyödyntäminen             | ✓  | ✓   |                              |   | ✓                                      |
| Bakteerikasvuston riskin eliminointi            | ✓  | ✓   | ✓                            |   |  |
| Huoneistokohtainen mukavuus                     | ✓  |   |                              | ✓   | ✓                                      |
| Lämmönlähteen joustavuus                        | ✓  |   |                              | ✓   |  |
| Tilaa säästävä asennus                          | ✓  | ✓   |                              |   |  |
| Pienet huoltovaatimukset                        | ✓  | ✓   |                              |   |  |
| Asennuksen turvallisuus ja mukavuus             | ✓  | ✓   | ✓                            | ✓   | ✓                                      |
| Yksinkertaisempi putkisto                       | ✓  | ✓   | ✓                            |   |  |
| Lyhyet putkiviennit                             | ✓  | ✓   | ✓                            |   |  |
| Tarve huoneistokohtaiselle lämminvesivaraajalle |  |   |                              | ✓   | ✓                                      |
| Tarve puskurivaraajalle                         |  |   | ✓                            | ✓   | ✓                                      |

### 3.4.6 EvoFlat-järjestelmän hyödyt

Tanskassa tehdyissä tutkimuksissa on osoitettu, että energiankulutus on pienentynyt 10-30 % sen jälkeen, kun huoneistokohtainen mittaus on otettu käyttöön. Putkien määrässä mitattuna systeemi tarvitsee putkia 25-40 % vähemmän. Putkiston lämpöhä-

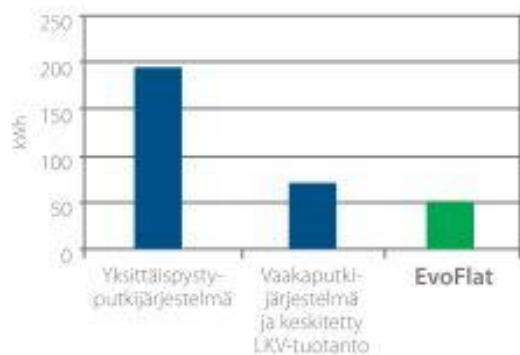
viöiden määrä riippuu putkiston rakenteesta, rakennuksesta itsestään ja toiminta lämpötiloista. Tutkimuksen mukaan perinteisellä LVI-tekniikalla toteutetussa ratkaisussa todettiin, että lämpöhäviöt ovat suurempia, kuin keskitetyssä EvoFlat-ratkaisussa. [9]. Taulukossa 5 on esitetty energian kulutus ennen ja jälkeen energiamittareiden asennusta. Taulukosta käy ilmi, miten mittarit asennus on vaikuttanut energian kulutukseen.

**TAULUKKO 5. Energian kulutus. Asuntoyhtiö ”HyldeSPAeldet” – huoneisto-kohtainen mittausta tammikuusta 1998 lähtien [4]**



Taulukon 6 kaaviossa on vertailtu EvoFlat-ratkaisua yhden pystynousuputken järjestelmiin sekä vaakanusuputkijärjestelmiin, joihin kuuluu keskitetty lämpimän käyttöveden tuotanto. Taulukosta kävi ilmi, että EvoFlat-ratkaisu vähentää putkistojen lämpöhäviötä. [4].

**TAULUKKO 6. Putkistojen lämpöhäviö [4]**





### 3.5 Referenssirakennus

Opinnäytetyössä mallinnetaan rakennus MagiCad-ohjelmalla. Toteutetusta mallista lasketaan, kuinka paljon materiaali- ja asennuskustannukset tulevat olemaan. Mallia verrataan referenssiratkaisuun, joka on toteutettu perinteisellä 5-putkijärjestelmällä ja lattialämmityksellä. Kohde on viisikerroksinen talo, jossa on 42 asuntoa sekä pohjakerroksessa sijaitsevat yhteiset tilat ja ulkoiluvälinevarasto. Kerrostalossa on 10 kolmiota ja 32 kaksiota. Asuinkerroksia ovat kerrokset 1-5. Yhteisten tilojen ja ulkoiluvälinevaraston lämmitys on toteutettu lattialämmityksenä ja varastokoppien lämmitys patterilämmityksenä. Mallinnus toteutetaan ainoastaan lämmitys- ja vesijärjestelmien osalta, mutta kustannuslaskelmassa otetaan huomioon myös viemärijärjestelmät.

#### Lämmönjakokeskus

Referenssiratkaisussa lämmönjakohuoneessa on 3-piirinen lämmönjakokeskus. Lämmönjakohuoneessa sijaitsevat siirtimet lattialämmitykselle, patterilämmitykselle ja lämpimälle käyttövedelle. Taulukossa 7 on esitetty perinteisellä tavalla toteutetun rakennukset lämmönsiirtimien tehot ja lämpötilat.

**TAULUKKO 7. Lämmönsiirtimien tehot ja lämpötilat**

| Lämmönsiirtimet | Yksikkö | Käyttövesi |        | Lattialämmitys |        | Patterilämmitys |        |
|-----------------|---------|------------|--------|----------------|--------|-----------------|--------|
|                 |         | LS01       |        | LS02           |        | LS03            |        |
| Teho            | kw      | 280        |        | 70             |        | 25              |        |
|                 |         | Ensiö      | Toisio | Ensiö          | Toisio | Ensiö           | Toisio |
| Lämpötilat      | °C      | 70/20      | 10/58  | 70/35          | 30/34  | 115/45          | 40/60  |

#### Putkistot

Kahdessa putkiroilossa kulkee viisi putkea. Nämä viisi putkea ovat lattialämmityksen meno- ja paluuputket, lämminkäyttövesiputki, kylmän käyttövedenputki ja lämpimän käyttöveden kiertoputki. Lattialämmitysverkoston ylimmässä kohdassa viidennessä kerroksessa sijaitsevat ilmanpoistimet. Lattioiden suurimmat sallitut pintalämpötilat ovat oleskeluvyöhykkeillä 28 °C ja kosteissa tiloissa 30 °C [12].

#### Säätölaitteet

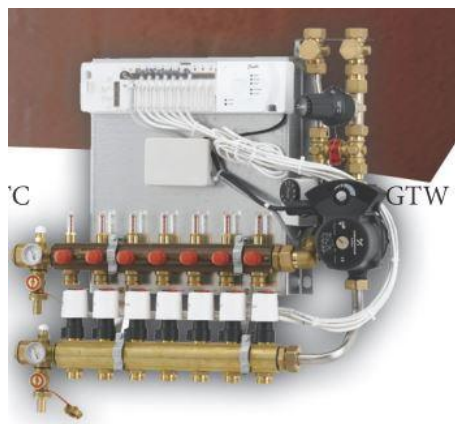
Huoneistoiden lattialämmityspotkistojen säätöventtiilit ovat yhdistelmäventtiileitä virtaaman maksimirajoituksella. Säädessä käytetään AB-QM-yhdistelmäventtiiliä, joka on sähköterminen toimilaite. Tätä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän huo-

nesäätimellä. [10]. Liitteessä neljä on esitetty lattialämmityksen toteutus yhden huoneiston kohdalta.

### 3.6 Huoneistokohtainen EvoFlat-järjestelmä

EvoFlat-huoneistokohtaisen lämmönjakokeskuksen paikaksi valittiin kylpyhuoneen katto. Paikkavaihtoehtona oli aluksi eteisen siivouskomero, mutta EvoFlat-lämmönjakokeskus siirrettiin kylpyhuonetiloihin. Tämä syystä, jotta mahdolliset vuotovedet eivät vuotaisi eteisen lattialle vaan vesieristettyyn tilaan. Eteiseen asennus vaatisi myös lattiakaivon, jota ei ole referenssirakennuksen eteisessä. Kylpyhuoneessa EvoFlatin sijoituspaikka oli aluksi IV-koneen alapuolella pyykkikaapin tilalla, mutta putkituksien takia EvoFlat siirrettiin kylpyhuoneen kattoon, jolloin EvoFlatista lähtevät putkitukset saadaan toteutettuna paremmin. EvoFlatin asentaminen vaakasuoraan pystysuora-asennuksen asemesta ei aiheuttanut suurempia ongelmia. Energiamittareiden toimintaan ei aiheutunut ongelmaa. Ainoastaan moottoreita piti kääntää 90 astetta. Rakennusmääräyskokoelman C2 kohdassa kahdeksan on esitetty vaatimukset putkitusten ja laitteistojen asennukselle [16].

Huoneistojen lattialämmitysjärjestelmän säätämiseen mietittiin Danfossin EvoFlat-järjestelmään liittyvää lattialämmityksen jakelujärjestelmää. Jakelujärjestelmä sisältää kytkennät kolmelle, viidelle ja seitsemälle piirille mutta tarvittaessa kytkentöjä voidaan kasvattaa 14 asti. Kuvassa 16 on esitetty Malli GTW, jossa muun muassa kiertovesipumppu ja langaton pääohjain.



**KUVA 16. GTW-jakelujärjestelmä lattialämmitykselle [4]**

Lattialämmityksen säätö toteutettiin kuitenkin samalla tavalla kuin perinteisessä järjestelmässä, koska järjestelmä todettiin sopivaksi kyseiseen kerrostaloon. Talon putkisto suunniteltiin niin, että referenssirakennuksesta huoneistokerrosten osalta poistettiin lämpimän käyttövedenkiertojohto kokonaisuudessaan. Alempaan kerrokseen jätettiin kiertovesijohto yleisille tiloille. Kylmävesijohto mitoitettiin käyttäen hyödyksi MagiCadin omaa mitoitus työkalua. Rakennuksen lämmityksen meno- ja paluuputkien koko määriteltiin EvoFlat-laskentaohjelmalla.

### 3.6.1 Lämmönjakohuone ja yleiset tilat

Yleisten tilojen käyttöveden lämmitys ja tilojen lämmittäminen toteutettiin Danfossin pientalokeskuksella. Liitteessä kuusi on esitetty pientalokeskus Akva Lux VX3 E. Koska perinteisessä järjestelmässä alakerran lämmitys hoidettiin normaalisti ottamalla haara alakerran lattialämmityksille, joudutaan EvoFlat-järjestelmässä lisäämään kaksi ylimääräistä meno- ja paluuputkea lämmönjakohuoneelta alakerran lämmitysjärjestelmään. Lämmönjakohuoneessa kaukolämmön lämmönsiirtimenä on 1-piirinen lämmönsiirrin, jolla hoidetaan EvoFlat-järjestelmän lämmitysputkiston energian tarve.

## 3.7 Mitoitukset

Lämmönsiirtimen tehon selvittämiseksi lasketaan huoneistojen lämpimän käyttöveden tehontarve ja huoneen lämmitykseen kuluva energia. Putkikokojen mitoittamista varten määritellään huoneistojen normivirtaamien summa sekä mitoitusvirtaama.

### 3.7.1 Putkistojen mitoitus

#### Lämminkäyttövesi

Käyttöveden lämmityksen mitoitus teho lasketaan yhtälöllä 2. Tämä on se lämmitysteho, jota tarvitaan mitoitusvirtaaman arvolla lasketun tehon lämmittämiseen. Kaavassa mitoitusvirtaama määräytyy vesijohtoverkostossa olevien mitoituspisteiden lukumäärästä. Kun käyttövettä lämmitetään suoraan kulutusta vastaava määrä lämmönsiirtimellä, tulee käyttöveden lämmitystehon  $\phi_{LV}$  olla lämpimän käyttöveden kokonaistehon suuruinen. [1].

$$\phi_{LV} = \rho_v c_{pv} q_v (T_2 - T_1) \quad (2)$$

### Kylmä käyttövesi

EvoFlat-järjestelmässä huoneiston lämminkäyttövesi tehdään huoneistokohtaisella lämmönjakokeskuksella, joten tästä johtuen, kylmävesijohdon kokoon vaikuttavat huoneiston kylmän- ja lämpimänveden normivirtaamien summa. Kylmävesiputken mitoituksessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D1-ohjeistusta [6].

Kylmävesiputki mitoitettiin MagiCadin omalla työkalulla. Kustannuslaskelmassa käytettiin tällä menetelmällä saatuja putkikokoja. Putkistojen virtausnopeutena käytettiin nopeutta 1,5 – 2 m/s. Yhtälöllä kolme saadaan tarvittaessa laskettua jakojohdon mitoitusvirtaama.

$$q = q_{N1} + \Theta(Q - q_{N1}) + A(q_{N1} \Theta)^2 * (Q - q_{N1})^2 \quad (3)$$

#### 3.7.2 Lämmitysputkistot

Lämmitysjärjestelmän meno- ja paluuputkien koko määriteltiin EvoFlatin omalla laskentaohjelmalla. Kyseiseen ohjelmaan syötetään lämmityksen tehontarve huonekohtaisesti, ja koska lämmönsiirtimellä tehdään myös asunnon lämmin käyttövesi, niin myös tämä teho syötetään ohjelmaan. Rakennuksesta on hyvä tehdä ns. mitoituskartta, johon on syötetty huoneistojen välinen etäisyys, ja kartasta käy myös ilmi solmupisteet, joiden avulla voidaan rakentaa mitoitusohjelman verkko. Mitoitusohjelman tulokset on esitetty liitteessä 3 ja rakennuksen mitoituskartta on esitetty Liitteessä 1. Tulosteesta käy ilmi muun muassa lämmityksen meno- ja paluuputkien koot, paineen muutokset, lattialämmitysjärjestelmän ja lämpimän käyttöveden virtaamat, lämmönsiirtimen kapasiteetti ja mitoituslämpötilat. Mitoitusohjelma käyttää samanaikaisuus tekijänä 0, 12, joka on Tanskan standardi DS439 lämpimän käyttöveden mitoitukseen [4]. Samanaikaisuuskerroin ottaa huomioon sen, että vesikalusteista ei lähde normivirtaamien summaa vastaavaa virtausta vaan siinä on otettu huomioon samanaikaisuus. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa kyseessä on mitoitusvirtaama, joka voidaan laskea kaavalla 3.

### 3.8 Eristesarjat

Lämpö- ja käyttövesiputkien eristyksessä noudatetaan LVI korttia 50-10345 [8]. Tämä kortti antaa tiedot yleisesti käytetyistä eristysmateriaaleista ja paksuuksista. Eristysmateriaalien asennus esitetään LVI-kortissa 50-10344. Taulukossa 8 on esitetty yleisimmin käytetyt eristemateriaalit ja paksuudet. Taulukossa 9 on esitetty putkien eristyspaksuus s ja asennusväli a ja b. Parocin eristysohjeissa on noudatettu LVI-korttia LVI 12-10370.

**TAULUKKO 8. Yleisimmin käytetyt eristemateriaalit ja paksuudet [8]**

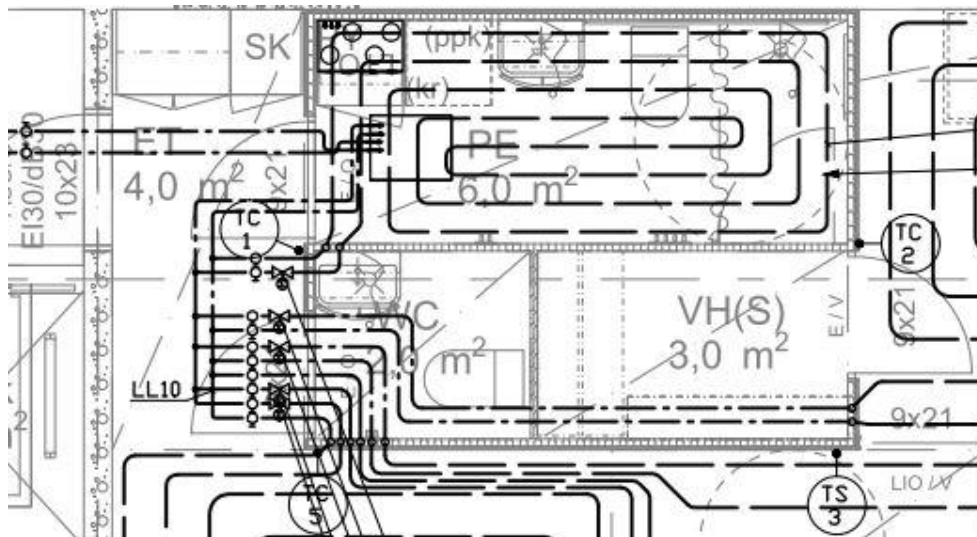
| Putkisto               | Eriste               | sarja  | Päällyste | Sijainti                |
|------------------------|----------------------|--------|-----------|-------------------------|
| Lämmitysjärjestelmät   | tunnus LVI 501-10344 |        |           |                         |
| Lämmönsiirrin          | Da                   | 100 mm | 10        |                         |
| Säiliö                 | Ba, Be               | 100 mm | 10        |                         |
| Ensiöpiirit            | Aa, Ab               | 25     | 6         | Näkyvä                  |
| Ensiöpiirit            | Aa, Ab, Ac           | 23     |           | Ei näkyvä nousukuilussa |
| Ensiöpiirit            | Aa, Ab, Ac           | 25     |           | ei näkyvä               |
| Toisiopiirit           | Aa, Ab               | 24     | 6         | Näkyvä                  |
| Toisiopiirit           | Aa, Ab, Ac           | 22     |           | Ei näkyvä nousukuilussa |
| Toisiopiirit           | Aa, Ab, Ac           | 24     |           | Ei näkyvä               |
| Lattialämmitys         | Aa, Ab               | 22     | 6         | Näkyvä ei rakenteessa   |
| Vesijärjestelmät       |                      |        |           |                         |
| Lämmönsiirrin          | Da                   | 10 mm  | 10        |                         |
| Kylmä käyttövesiputki  | Aa, Ab               | 21     | 6K        | Näkyvä                  |
| Kylmä käyttövesiputki  | Ac                   | 22     | K         | Ei Näkyvä               |
| Lämmin käyttövesiputki | Aa, Ab               | 25     | 6         | Näkyvä                  |
| Lämmin käyttövesiputki | Aa, Ab, Ac           | 23     |           | Ei näkyvä nousukuilussa |
| Lämmin käyttövesiputki | Aa, Ab, Ac           | 25     |           | Ei Näkyvä               |

**TAULUKKO 9. Putkien eristepaksuus ja asennusvälit Parocin taulukon mukaisesti [13]**

| Putkien eristyspaksuus ja asennusvälit           |                   |         |         |          |         |         |          |         |         |
|--|-------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
| Putken<br>halkaisija<br><br>d <sub>e</sub><br>mm | Eristyspaksuus mm |         |         |          |         |         |          |         |         |
|  | Sarja 21          |         |         | Sarja 22 |         |         | Sarja 23 |         |         |
|  | s<br>mm           | a<br>mm | b<br>mm | s<br>mm  | a<br>mm | b<br>mm | s<br>mm  | a<br>mm | b<br>mm |
| 10...49  | 20                | 90      | 50      | 30       | 110     | 70      | 40       | 130     | 80      |
| 50...89  | 30                | 110     | 70      | 40       | 130     | 80      | 50       | 150     | 90      |
| 90...168   | 40                | 130     | 80      | 50       | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     |
| 170...324  | 50                | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     |
| 325...714  | 60                | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     |
|  | Sarja 24          |         |         | Sarja 25 |         |         | Sarja 26 |         |         |
| 10...49  | 50                | 150     | 90      | 60       | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     |
| 50...89  | 60                | 170     | 100     | 80       | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     |
| 90...168   | 80                | 210     | 120     | 100      | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     |
| 170...324  | 100               | 260     | 140     | 120      | 300     | 170     | 140      | 340     | 190     |
| 325...714  | 120               | 300     | 170     | 140      | 340     | 190     | 160      | 380     | 210     |

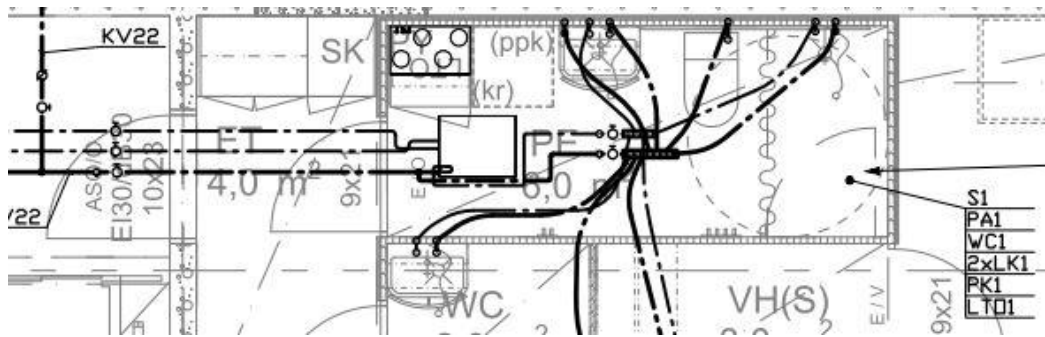
#### 4 TULOKSET

EvoFlat-järjestelmän yksi hyödyistä on se, että tarvittavien putkien määrä pienenee. Tämä johtuu siitä, että lämpimän käyttöveden kiertojohtoa sekä lämpimän käyttöveden vesijohtoa ei tarvita. EvoFlat-järjestelmällä toteutetussa rakennuksessa käytetyn putken määrä pysyi kuitenkin lähes samana ja joissain putkikokoluokissa jopa kasvoi. Tämä johtui siitä, että asuinkerrostalo oli alun perin tarkoitettu perinteiselle järjestelmälle ja kerrostalon rakenne- ja LVI-suunnitelmat oli tehty tämän pohjalta. Tästä johtuen EvoFlat-järjestelmässä ei päästy aivan täydellisesti hyödyntämään EvoFlatin suoma putkien vähentämisen tarvetta. Vaikka putkien määrä pieneni hormoneissa, kylpyhuoneissa putken määrä kasvoi. Tämä johtui siitä, että putken määrä kasvoi hieman enemmän kytkettäessä EvoFlat-lämmitysverkkoon. Normaalisti putket vietiin suoraan lattialämmityksen AB-QM säätimille, mutta EvoFlat ratkaisussa putket vietiin ensiksi lämmönsiirtimille ja sen jälkeen ne yhdistettiin säätimille. Kuvassa 17 näkyy, miten lämmitysverkoston putket on kytketty EvoFlatille. EvoFlat-lämmönsiirrintä kuvaa laatikko pesuhuoneen katossa.



**KUVA 17. EvoFlatin sijainti kylpyhuoneessa sekä lämmitysjärjestelmän kytkentä**

Kuvassa 18 on esitetty kylmänveden syöttö EvoFlatille. Tällä kytkennällä saatiin kuvattua lämmönsiirrin MagiCadilla.



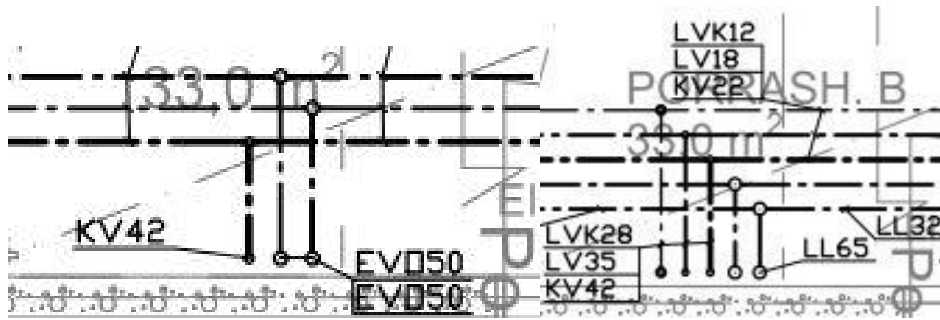
**KUVA 18. Käyttövesikytkennät**

Mitoittaessa EvoFlat-järjestelmän lämpimän käyttöveden lämmitystehon tarvetta. Toteutettiin laskemalla, että sopiva teho lämpimän käyttöveden lämmitystehoksi on 49 KW. Kyseisessä tapauksessa asunnossa on päällä suihku ja pesuallashana. Tällöin normivirtaamien summaksi saadaan D1 taulukon 1 mukaan  $0,3 \text{ dm}^3/\text{s}$  ja D1 taulukon 2 mukaan mitoitusvirtaamaksi  $0,26 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Tästä poiketen mitoitusvirtaaman käytettiin  $0,23 \text{ dm}^3/\text{s}$ , koska suihkun lämpötila voidaan LVI-kortin mukaisesti rajoittaa  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  [20]. Tällöin suihkuun tulevan lämpimän veden normivirtaama ei ole täyttä  $0,2 \text{ dm}^3/\text{s}$ , vaan vain osa tästä. Tällä lämmitysteholla saadaan laskettua EvoFlat-järjestelmässä putkien koot ja painehäviöt.

Asuntojen lämmitysenergian tarve saadaan suoraan MagiCadin room-mallista. Mitoitettaessa EvoFlat-järjestelmää määriteltiin laskemalla isojen asuntojen lämmitysenergian tarpeeksi 1,5 KW ja pienten asuntojen lämmitysenergian tarpeeksi 1 KW. Kohdan 3.7.1 yhtälöllä 2 saatiin lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvittava teho 49 KW. Yhteensä tehoa tarvitaan enintään 50,5 KW. Tämän perusteella EvoFlatiksi valikoitui malli Akva LUX II S-F. Kyseinen malli valikoitui myös sen takia, että siinä oli kiertopumppu lattialämmitysjärjestelmälle. Liitteessä 2 on esitetty Akva Lux II S-F yksittäisen lämmönsiirtimen tiedot.

EvoFlat-järjestelmällä toteutetussa kerrostalossa voidaan pienentää putkihormien kokoa. Hormien kokoa pystyttiin pienentämään noin 360 mm Kuvassa 19 on esitetty putkihormit molemmissa tapauksissa.





**KUVA 19. Hormien putkitus. Vasemmalla on esitetty EvoFlat-järjestelmä ja oikealla perinteinen järjestelmä. Putkien väli 150mm**

Taulukossa 10 on esitelty eri putkikokojen väliset määrävertailut. Taulukosta nähdään putkikokojen metrimäärien muutokset. Kupariputkien osalta tapahtui eniten putkimateriaalin vähenemistä, määrä väheni eniten kokojen Cu 12, 15 ja 18 kohdalla. Tämä johtunee lämpimän käyttöveden ja kiertovesijohdon puuttumisesta. Fe35:ssä putkimäärä kasvoi hieman. Tämä johtui mm. putkituksista. Kokoa Dn25 Fe-35 on mennyt EvoFlat -järjestelmässä sen takia niin paljon, koska nousuverkoston lämpöjohdoilta lähtevät asuntojen kytkentähaarojen koot olivat yleisesti kokoa Dn25.

**TAULUKKO 10. Putkikokojen määrä vertailut**

|       |    | EvoFlat | Perinteinen |
|-------|----|---------|-------------|
| Cu    | 12 | 140.0   | 181.8       |
| Cu    | 15 | 117.8   | 209.3       |
| Cu    | 18 | 202.1   | 257.4       |
| Cu    | 22 | 111.5   | 120.6       |
| Cu    | 28 | 22.5    | 34.2        |
| Cu    | 35 | 17.1    | 45.8        |
| Cu    | 42 | 29.4    | 34.1        |
| Cu    | 54 | 9.4     | 3.1         |
| Fe-35 | 10 | 275.3   | 193.3       |
| Fe-35 | 15 | 42.7    | 42.7        |
| Fe-35 | 20 | 92.8    | 262.8       |
| Fe-35 | 20 | 0.9     | 0.9         |
| Fe-35 | 25 | 380.9   | 78.2        |
| Fe-35 | 32 | 130.8   | 85.8        |
| Fe-35 | 40 | 16.7    | 17.4        |
| Fe-35 | 50 | 84.2    | 41.5        |
| Fe-35 | 65 | 2.9     | 53.6        |
| Fe-35 | 80 |         | 2.8         |

Taulukossa 11 on esitetty linjasäätöventtiilien muutos. Linjasäätöventtiilien väheneminen EvoFlat-järjestelmässä johtuu lämpimän veden ja lämpimän veden kiertojohtojen puuttumisesta.

**TAULUKKO 11. Linjasäätöventtiilien väliset vertailut**

|    |     |              | EvoFlat | Perinteinen |
|----|-----|--------------|---------|-------------|
| 10 | LSV | STAD/F-10/09 | 3       | 20          |
| 15 | LSV | STAD/F-15/14 | 1       | 1           |
| 25 | LSV | STAD/F-25    | 2       | 2           |
| 32 | LSV | STAD/F-32    | 1       | 1           |
| 40 | LSV | STAD/F-40    | 1       | 1           |
| 65 | LSV | STAD/F-65    | 1       | 1           |

Taulukossa 12 on esitetty sulkuventtiilien määrä muutos. Sulkuventtiilien määrän muutos johtuu samasta syytä kuin linjasäätöventtiileissäkin. EvoFlat-järjestelmässä ei ole lämmintä käyttövetä eikä lämpimän käyttöveden kiertojohtoa.

**TAULUKKO 12. Sulkuventtiilien vertailu**

|                |    |       |               | EvoFlat | Perinteinen |
|----------------|----|-------|---------------|---------|-------------|
| Sulkuventtiili | 10 | SULKU | TA 500-10     | 315     | 315         |
| Sulkuventtiili | 15 | SULKU | TA 500-15     | 136     | 184         |
| Sulkuventtiili | 20 | SULKU | TA 500-20     | 17      | 74          |
| Sulkuventtiili | 25 | SULKU | TA 500-25     | 84      | 20          |
| Sulkuventtiili | 32 | SULKU | TA 500-32     |         | 2           |
| Sulkuventtiili | 40 | SULKU | TA 500-40     | 1       | 4           |
| Sulkuventtiili | 50 | SULKU | NAVAL 284 409 | 4       | 4           |
| Sulkuventtiili | 50 | SULKU | TA 500-50     | 4       | 3           |

Taulukossa 13 on esitetty vesimittareiden muutos. Päävesimittareita VM-50 on sama määrä molemmissa.

**TAULUKKO 13. Vesimittarien muutos**

|             |    |    |       | EvoFlat | Perinteinen |
|-------------|----|----|-------|---------|-------------|
| Vesimittari | 15 | VM | VM-15 | 42      | 84          |
| Vesimittari | 50 | VM | VM-50 | 2       | 2           |

## 5 POHDINTA

Tässä työssä toteutettiin asuinkerrostalo EvoFlat-järjestelmällä ja toteutuksesta tehtiin kustannusvertailu Danfossin EvoFlat-järjestelmän ja perinteisesti toteutetun lämmitysjärjestelmän välillä. Toteutukset tehtiin MagiCad – ohjelmistolla, ja kustannusvertailu tehtiin Are Oy:ssä sen takia että saatiin oikeanlainen hinta työlle ja materiaaleille. Kustannusvertailu onnistui hyvin, ja siitä saatiin tietoa, josta on hyötyä Danfoss A/S:lle. Kustannusvertailua, joka tehtiin eri järjestelmien välille, ei julkaista tässä opinnäytetyössä. Tämä johtuu siitä, että työn tekemisen alussa sovittiin, että kustannusvertailu jää toistaiseksi opinnäytetyöntekijän ja Danfoss A/S:n väliseksi tiedoksi.

Suunniteltaessa kyseistä referenssikerrostaloa EvoFlat-järjestelmään huomioitiin seuraavia asioita. Vertailukerrostalossa suunnittelu oli lähdetty alusta pitäen tekemään perinteiselle järjestelmälle, joten tämä vaikeutti EvoFlat-järjestelmän suunnittelua. Jos talo olisi suunniteltu alusta lähtien EvoFlatin ehdoilla, olisi putkimäärä ollut eri. Putkimäärä olisi pienentynyt enemmän, jos EvoFlatin olisi voinut asentaa esimerkiksi eteisessä olevaan siivouskaappiin. Vaihtoehtoisesti EvoFlatin olisi voinut asentaa kylpyhuoneessa pyykkikaapin tilalle pystyasentoon mutta putkitus olisi ollut kutakuinkin sama kuin kattoon asennettaessa. Lisäksi seinään asennettaessa kylpyhuoneen kokoa ja seinämän vahvuutta olisi pitänyt kasvattaa, jotta putket olisi saatu nousemaan ylös lämmitykselle ja vedelle. EvoFlat-järjestelmä vapauttaa tilaa kellareissa ja lämmönjakohuoneissa sekä putkituksen osalta alaslasketuissa katoissa. Lisäksi tilaa vapautuu putkiroiloissa jopa 360 mm, ja tämä vapautunut tila voidaan hyödyntää muiden tilojen suunnittelussa. 7-putkijärjestelmässä tilaa vapautuu vielä enemmän, koska roilossa kulkee putket IV:n lämmityspattereille.

Keski- ja Etelä-Euroopassa EvoFlat-järjestelmä voidaan asennetaan kylpyhuoneen ulkopuolelle eteiseen. Suomessa kyseinen järjestelmä täytyy asentaa vesieristyksen sisäpuolelle. Tarjolla tulisi olla vaihtoehto, jossa putkikytkennät lähtisivät ylöspäin. Näin olisi helpompi tehdä kytkennät alaslasketusta katosta.

Työn tuloksena toimeksiantaja sai itselleen EvoFlat-järjestelmällä toteutetun suunnitelman ja kustannusvertailun, jota voi hyödyntää arvioitaessa EvoFlat-järjestelmän soveltuvuutta Suomeen. Järjestelmä olisi hyvä esimerkiksi rivitaloissa, kerrostaloissa ja omakotitaloissa. Suunnitelmissa tulee alun perin huomioida EvoFlat-järjestelmän

tarve. Lisäksi olisi hyvä, jos huoneistokohtaiset lämmönjakokeskukset ja mitoitusohjelmisto löytyisivät MagiCad- ohjelmasta ja muista suunnitteluohjelmistoista. Tämä helpottaisi ja nopeuttaisi järjestelmän suunnittelua.

Nykyään ja tulevaisuudessa vielä enemmän tullaan kiinnittämään huomiota energiankulutukseen. Energiankulutusta ajatellen EvoFlat-järjestelmä antaa hyvän mahdollisuuden energian säästämiseen.

Euroopan parlamentti ja neuvosto on antanut direktiivin energiatehokkuudesta. Ehdotuksen tavoitteena on vähentää energiakulutusta 20 % vuoteen 2020 mennessä. Tosin tavoitteeseen ei tulla näillä näkymin pääsemään ja direktiiviä ehdotetaan kumottavaksi. Huoneistokohtaisen lämmönmittauksen osalta direktiivissä todetaan muun muassa, että kaukolämmön ja lämpimän käyttöveden kuluttajalle on asennettava yksilölliset mittarit, joilla voidaan mitata todellista energiankulutusta. Näillä tiedoilla pystyttäisiin saamaan yksittäistä tietoa käyttäjiltä energian kulutuksesta ja käytännössä myös laskuttamaan käyttäjää vain siitä energiasta jonka kuluttaa. Kerrostaloissa jokaiseen huoneistoon täytyisi asentaa omat lämmitysenergian määrää mittaavat mittarit. Direktiivissä ehdotetaan, että vuoden 2015 alusta lähtien laskutuksen täytyisi perustua todelliseen kulutukseen. Lisäksi todetaan, että jäsenvaltioiden tulisi ottaa kantaa siihen miten lämmityskustannukset jaettaisiin kerrostaloissa esimerkiksi, otettaisiinko korjausker toimella huomioon lämmön siirtyminen eri huoneistojen välillä. Tällä korjauskertomella pystyttäisiin kompensoimaan se, että huoneistot ovat erilämpöisiä. [19]. EvoFlat-järjestelmässä energian mittausta mittareilla olisi mahdollista ja näin ollen erillistä mittausjärjestelmää ei tarvittaisi.

## LÄHTEET

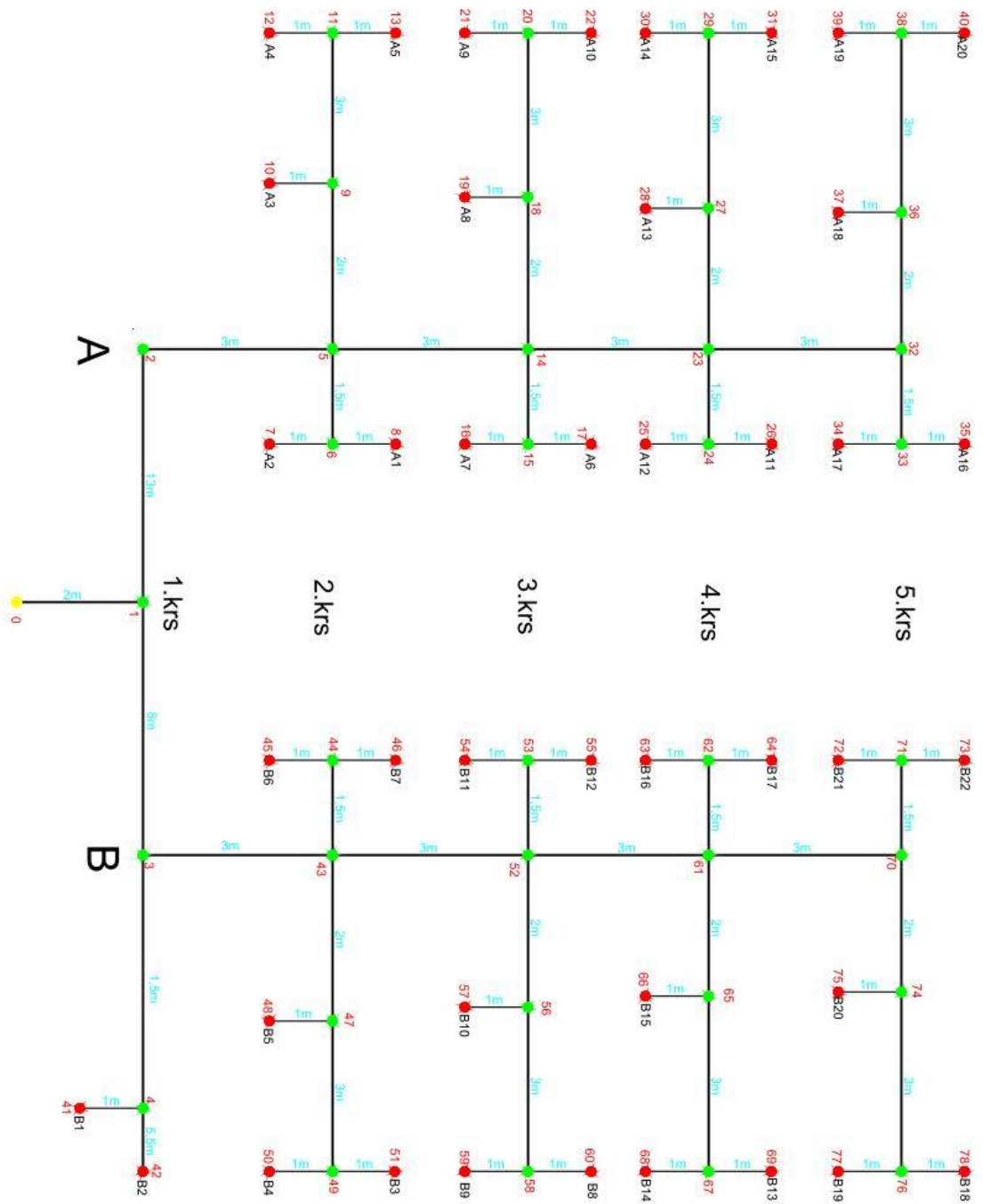
- [1] Seppänen Olli. Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-yhdistysten liitto ry. Gummerus kirjapaino oy 1995. ISBN 951-97233-1-5
- [2] Dean A. Barlett. The Fundamentals of Heat Exchangers. American Institute of Physics 1996. The Industrial Physicist.
- [3] Danfoss A/S, Tuoteinformaatio. [www-dokumentti. www.danfoss.com/ Finland/BusinessAreas/IndustrialControls/Tuoteinformaatio/Industrial+heat+exchangers.htm](http://www.danfoss.com/Finland/BusinessAreas/IndustrialControls/Tuoteinformaatio/Industrial+heat+exchangers.htm). Luettu 13.08.2013
- [4] Design guide – The Danfoss Evoflat system from A-Z. Oy Danfoss Ab.
- [5] Dr T Makin. Royal Liverpool university hospitals. Legionella bacteria and solar pre-heating of water for domestic purposes. Report by Dr T Makin for the water regulations advisory scheme.
- [6] D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot Määräykset ja ohjeet 2007.
- [7] HSE, Legionnaires' disease A guide for employers. HSE Books, [www-dokumentti. http://www.hse.gov.uk/pubns/iacl27.pdf](http://www.dokumentti. http://www.hse.gov.uk/pubns/iacl27.pdf). Luettu 14.08.2013. ISBN 978 0 7176 1773 9
- [8] LVI-Kortti, LVI 50-10345
- [9] Halldor Kristjansson. Technical paper. Distribution systems in apartment building. Danfoss A/S, DH-SM/PL ©09.2011.
- [10] Danfoss A/S, Yrityksen internet-sivut. [www.danfoss.fi](http://www.danfoss.fi). Luettu 20.09.2013
- [11] SWECO AB, Yrityksen internet-sivut. <http://www.sweco.fi/en/Finland/>. Luettu 21.09.2013
- [12] LVI-Kortti, LVI 13-1026
- [13] Talotekniikan eristykset asennusopas Paroc, Tammikuu 2011. © Paroc Group 2011.
- [14] K1/2013. Energiateollisuus ry, Rakennuksen kaukolämmitys määräykset ja ohjeet. Julkaistu 04.09.2013.
- [15] Lappeenrannanenergia. Yrityksen internet-sivu. <http://www.lappeenrannanenergia.fi> Luettu 21.09.2013
- [16] C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kosteuden määräykset ja ohjeet 1998.
- [17] K1/2003. (korj. ver. 4.7.2007). Energiateollisuus ry, Rakennuksen kaukolämmitys määräykset ja ohjeet.
- [18] Danfoss link<sup>TM</sup> CC. Tekninen esite. Danfoss 12/2010.

[19] Työ- ja elinkeinoministeriö muistio Eu/2011/2191, Kohta 4. Luettu 02.11.2013.

[20] LVI kortti, LVI 06-10449.

## LIITE 1.

### Mitoituskartta



## LIITE 2.

### Lämmönsiirtimet



Mitoitussivu DSP1 FLEX IB032-065-000-PD-FI

DSP FLEX

PED Class I

Merkki

Mitoitus 20279.0-1

|                                      |                    |            |                        |             |  |  |  |
|--------------------------------------|--------------------|------------|------------------------|-------------|--|--|--|
| Lämmönsiirtimet                      |                    | Yksikkö    | Lämmitys               |             |  |  |  |
| Valmistaja                           |                    |            | Danfoss                |             |  |  |  |
| Malli                                |                    |            | XB51H-1-40             |             |  |  |  |
|                                      |                    |            | 1 16 AQ 1L2 1L2        |             |  |  |  |
| PED-luokka                           |                    |            | Class I                |             |  |  |  |
| Teho                                 |                    | kW         | 245.0                  |             |  |  |  |
|                                      |                    |            | Ensiö                  | Toisio      |  |  |  |
| Lämmönjakokeskuksen mitoitus tiedot  |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Max lämpötila (°C) / Max paine (bar) |                    |            | 120.0 / 16             | 95.0 / 6    |  |  |  |
| Virtaus                              |                    | l/s        | 0.83                   | 2.38        |  |  |  |
| Lämpötilat                           |                    | °C / °C    | 115.0 / 42.2           | 65.0 / 40.0 |  |  |  |
| Painehäviöt                          |                    | kPa        | 3                      | 16          |  |  |  |
| Suunnittelupaine                     |                    | bar        | 16                     | 6           |  |  |  |
| Rakenneaine                          |                    |            | EN 1.4301              |             |  |  |  |
| Virtausaine                          |                    |            | Vesi                   | Vesi        |  |  |  |
|                                      |                    |            |                        |             |  |  |  |
|                                      |                    | Kaukolämpö |                        |             |  |  |  |
| Putkikoko (DN)                       |                    | 32         | 32                     | 65          |  |  |  |
| Säätöventtiilit                      |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Valmistaja                           |                    |            | Danfoss                |             |  |  |  |
| Malli                                |                    |            | VS 2                   |             |  |  |  |
| Virtaus                              |                    | l/s        | 0.82                   |             |  |  |  |
| Painehäviö                           |                    | kPa        | 55                     |             |  |  |  |
| Koko/kvs-arvo                        |                    | DN / kvs   | 25/4.0                 |             |  |  |  |
| Säätökeskus                          |                    | Danfoss    | ECL Comfort 310 (A230) |             |  |  |  |
| Kiertovesipumput                     |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Valmistaja                           |                    |            | Grundfos               |             |  |  |  |
| Malli                                |                    |            | MAGNA3 32-120 F        |             |  |  |  |
| Virtaus                              |                    | l/s        | 1.55                   |             |  |  |  |
| Nostokorkeus                         |                    | kPa        | 91                     |             |  |  |  |
| Virta/Jännite                        |                    | A / V      | 1.5 / 1*230            |             |  |  |  |
| Paine-erosäädin                      |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Valmistaja / Malli                   |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Virtaus / Painehäviö                 |                    | /          |                        |             |  |  |  |
| Koko/kvs-arvo                        |                    | DN / kvs   |                        |             |  |  |  |
| Asetusarvo                           |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Lisätietoja                          |                    |            |                        |             |  |  |  |
| Annetut arvot                        | Lämpötilat         | °C / °C    | 115.0 / 45.0           | 65.0 / 40.0 |  |  |  |
| Annetut arvot                        | Siirtimen painehäv | kPa        | 20                     | 18          |  |  |  |
| Kokonaispainehäviö, ensiö            |                    |            |                        | 58 kPa      |  |  |  |
| Käytettävissä oleva paine-ero        |                    |            |                        | 60 kPa      |  |  |  |

#### Oy Danfoss Ab

Teollisuustie 15  
FI-79101 Leppävirta

Puh.: +358 403 092 200  
Fax: +358 403 092 289

myynti@danfoss.com  
www.lpm.danfoss.fi





Project name

Address

Modify date

11.7.2013 15:46:23

Created by

Juha Torvinen

Company name

Danfoss

**Heat source data**

| Heat source   | Radiator heating                                | Floor heating   | DHW   |
|---|---|---|---|
| Indirect district heating substation<br>without buffer tank | Tsupply °C<br>Treturn °C<br>ΔT °C<br>Tmin 85 °C | Tsupply 65 °C<br>Treturn 30 °C<br>ΔT 35 °C<br>Tmin °C | Tsupply 65 °C<br>Treturn 17 °C<br>ΔT 48 °C<br>Tmin °C |

**Result of calculations****Totals for the system**

|   |         |                                      |           |
|---|---------|--------------------------------------|-----------|
| Total No. of flats                                    | 42      | Number of flats, which require DHW   | 42        |
| <b>Average capacities</b>                             |         | <b>Total flow rates</b>              |           |
| Radiator heating capacity                             | kW      | Total flow rate for radiator heating | l/h       |
| Floor heating capacity                                | 1,11 kW | Total flow rate for floor heating    | 1 146 l/h |
| DHW capacity  | 49 kW   | Total flow rate for DHW              | 4 426 l/h |
| DHW Coincidence factor:<br>(Danish Norm DS439 factor) | 0,12    | Total flow rate                      | 5 571 l/h |
| <b>Heat exchanger capacity</b>                        |         | <b>Buffer tank volume</b>            |           |
| Heat exchanger capacity                               | 245 kW  | Required buffer volume               | l         |
| Charging time   | min     | Buffer tank volume                   | l         |
|   |         | DHW peak load                        | min       |

**Pipe network**

|                               |                 |   |         |
|-------------------------------|-----------------|---|---------|
| Type of the pipes             | New black pipes | Total volume of the installation          | 1 095 l |
| Total length of the pipes     | 330 m           | Abs. tank recharge pressure               | 2,5 bar |
| Velocity (Max)                | 0,5 m/s         | Abs. calibration pressure in safety valve | 4 bar   |
| Pressure loss in pipes        | 0,11 kPa/m      | Volume of the expansion vessel            | 35 l    |
| Total pressure drops in pipes | 7 kPa           |   |         |
| Total heat losses             | 2,94 kW         |   |         |

**Pressure drops**

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| in flat station                 | 44 kPa    |
| in heat meter                   | 6 kPa     |
| in pipes and fittings           | 7 kPa     |
| Pressure drops - Heat exchanger | 16 kPa    |
| Pressure drops - Buffer tank    | kPa       |
| in other components             | kPa       |
| <b>Total pressure drops</b>     | P1 73 kPa |
|                                 | P2 kPa    |

**Pumps**

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| <b>Main pump - P1</b>     |          |
| Flow rate for sizing      | 5571 l/h |
| Pressure drops for sizing | 73 kPa   |
| Type of the pump          |          |
| <b>Charging pump - P2</b> |          |
| Flow rate for sizing      | l/h      |
| Pressure drops for sizing | kPa      |
| Type of the pump          |          |

**Stations in the project**

|  |
|--|
|  |
|--|

Mitoitusohjelman tuloste

Result of calculations

| POINT INDEX | Name of the flat | Number of flats | Radiator heating capacity | Floor heating capacity | DHW capacity | DHW Coincidence factor<br>(Danish Norm DS439 factor) | Radiator heating flow rate | Floor heating flow rate | DHW flow rate | Total flow rate | Parent point | Pressure drops in pipe to parent point | Pipe length to parent point | Diameter of the pipe to parent point |
|-------------|------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|--------------|--|----------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|--------------|--|-----------------------------|--------------------------------------|
|             |                  |                 | kW                        | kW                     | kW           |  | l/h                        | l/h                     | l/h           | l/h             |              | kPa                                    | m                           | DN                                   |
| 1           |                  | 42              |                           | 1,11                   | 49           | 0,12   |                            | 1 146                   | 4 426         | 5 571           | 0            | 0,23                                   | 2                           | 65                                   |
| 2           |                  | 20              |                           | 1,1                    | 49           | 0,17   |                            | 542                     | 2 991         | 3 529           | 1            | 2,4                                    | 13                          | 50                                   |
| 3           |                  | 22              |                           | 1,11                   | 49           | 0,16   |                            | 601                     | 3 094         | 3 693           | 1            | 1,62                                   | 8                           | 50                                   |
| 4           |                  | 2               |                           | 1,25                   | 49           | 0,62   |                            | 61                      | 1 089         | 1 150           | 3            | 0,31                                   | 1,5                         | 32                                   |
| 5           |                  | 20              |                           | 1,1                    | 49           | 0,17   |                            | 541                     | 2 986         | 3 526           | 2            | 0,55                                   | 3                           | 50                                   |
| 6           |                  | 2               |                           | 1                      | 49           | 0,62   |                            | 49                      | 1 089         | 1 138           | 5            | 1,13                                   | 1,5                         | 25                                   |
| 7           | A2               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 6            | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 8           | A1               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 6            | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 9           |                  | 3               |                           | 1,17                   | 49           | 0,48   |                            | 86                      | 1 265         | 1 351           | 5            | 0,57                                   | 2                           | 32                                   |
| 10          | A3               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 9            | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 11          |                  | 2               |                           | 1,25                   | 49           | 0,62   |                            | 62                      | 1 090         | 1 151           | 9            | 0,62                                   | 3                           | 32                                   |
| 12          | A4               | 1               |                           | 1,5                    | 49           | 1  |                            | 37                      | 878           | 915             | 11           | 0,49                                   | 1                           | 25                                   |
| 13          | A5               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 11           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 14          |                  | 15              |                           | 1,1                    | 49           | 0,19   |                            | 406                     | 2 504         | 2 908           | 5            | 0,38                                   | 3                           | 50                                   |
| 15          |                  | 2               |                           | 1                      | 49           | 0,62   |                            | 49                      | 1 089         | 1 138           | 14           | 1,13                                   | 1,5                         | 25                                   |
| 16          | A7               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 15           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 17          | A6               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 15           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 18          |                  | 3               |                           | 1,17                   | 49           | 0,48   |                            | 86                      | 1 265         | 1 351           | 14           | 0,57                                   | 2                           | 32                                   |
| 19          | A8               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 18           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 20          |                  | 2               |                           | 1,25                   | 49           | 0,62   |                            | 62                      | 1 090         | 1 151           | 18           | 0,62                                   | 3                           | 32                                   |
| 21          | A9               | 1               |                           | 1,5                    | 49           | 1  |                            | 37                      | 878           | 915             | 20           | 0,49                                   | 1                           | 25                                   |
| 22          | A10              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 20           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 23          |                  | 10              |                           | 1,1                    | 49           | 0,24   |                            | 271                     | 2 109         | 2 378           | 14           | 0,82                                   | 3                           | 40                                   |
| 24          |                  | 2               |                           | 1                      | 49           | 0,62   |                            | 49                      | 1 089         | 1 138           | 23           | 1,13                                   | 1,5                         | 25                                   |
| 25          | A12              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 24           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 26          | A11              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 24           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 27          |                  | 3               |                           | 1,17                   | 49           | 0,48   |                            | 86                      | 1 265         | 1 351           | 23           | 0,57                                   | 2                           | 32                                   |
| 28          | A13              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 27           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 29          |                  | 2               |                           | 1,25                   | 49           | 0,62   |                            | 62                      | 1 090         | 1 151           | 27           | 0,62                                   | 3                           | 32                                   |
| 30          | A14              | 1               |                           | 1,5                    | 49           | 1  |                            | 37                      | 878           | 915             | 29           | 0,49                                   | 1                           | 25                                   |
| 31          | A15              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 29           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 32          |                  | 5               |                           | 1,1                    | 49           | 0,35   |                            | 135                     | 1 538         | 1 672           | 23           | 1,32                                   | 3                           | 32                                   |
| 33          |                  | 2               |                           | 1                      | 49           | 0,62   |                            | 49                      | 1 089         | 1 138           | 32           | 1,13                                   | 1,5                         | 25                                   |
| 34          | A17              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 33           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 35          | A16              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 33           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 36          |                  | 3               |                           | 1,17                   | 49           | 0,48   |                            | 86                      | 1 265         | 1 351           | 32           | 0,57                                   | 2                           | 32                                   |
| 37          | A18              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 36           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 38          |                  | 2               |                           | 1,25                   | 49           | 0,62   |                            | 62                      | 1 090         | 1 151           | 36           | 0,62                                   | 3                           | 32                                   |
| 39          | A19              | 1               |                           | 1,5                    | 49           | 1  |                            | 37                      | 878           | 915             | 38           | 0,49                                   | 1                           | 25                                   |
| 40          | A20              | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 38           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 41          | B1               | 1               |                           | 1,5                    | 49           | 1  |                            | 37                      | 878           | 915             | 4            | 0,49                                   | 1                           | 25                                   |
| 42          | B2               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 881           | 904             | 4            | 2,62                                   | 5,5                         | 25                                   |
| 43          |                  | 20              |                           | 1,1                    | 49           | 0,17   |                            | 541                     | 2 986         | 3 526           | 3            | 0,55                                   | 3                           | 50                                   |
| 44          |                  | 2               |                           | 1                      | 49           | 0,62   |                            | 49                      | 1 089         | 1 138           | 43           | 1,13                                   | 1,5                         | 25                                   |
| 45          | B6               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 44           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 46          | B7               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 44           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |
| 47          |                  | 3               |                           | 1,17                   | 49           | 0,48   |                            | 86                      | 1 265         | 1 351           | 43           | 0,57                                   | 2                           | 32                                   |
| 48          | B5               | 1               |                           | 1                      | 49           | 1  |                            | 25                      | 878           | 903             | 47           | 0,47                                   | 1                           | 25                                   |

Mitoitusohjelman tuloste

|    |     |    |  |      |    |      |  |     |       |       |    |      |     |    |
|----|-----|----|--|------|----|------|--|-----|-------|-------|----|------|-----|----|
| 49 |     | 2  |  | 1,25 | 49 | 0,62 |  | 62  | 1 090 | 1 151 | 47 | 0,62 | 3   | 32 |
| 50 | B4  | 1  |  | 1,5  | 49 | 1    |  | 37  | 878   | 915   | 49 | 0,49 | 1   | 25 |
| 51 | B3  | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 49 | 0,47 | 1   | 25 |
| 52 |     | 15 |  | 1,1  | 49 | 0,19 |  | 406 | 2 504 | 2 908 | 43 | 0,38 | 3   | 50 |
| 53 |     | 2  |  | 1    | 49 | 0,62 |  | 49  | 1 089 | 1 138 | 52 | 1,13 | 1,5 | 25 |
| 54 | B11 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 53 | 0,47 | 1   | 25 |
| 55 | B12 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 53 | 0,47 | 1   | 25 |
| 56 |     | 3  |  | 1,17 | 49 | 0,48 |  | 86  | 1 265 | 1 351 | 52 | 0,57 | 2   | 32 |
| 57 | B10 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 56 | 0,47 | 1   | 25 |
| 58 |     | 2  |  | 1,25 | 49 | 0,62 |  | 62  | 1 090 | 1 151 | 56 | 0,62 | 3   | 32 |
| 59 | B9  | 1  |  | 1,5  | 49 | 1    |  | 37  | 878   | 915   | 58 | 0,49 | 1   | 25 |
| 60 | B8  | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 58 | 0,47 | 1   | 25 |
| 61 |     | 10 |  | 1,1  | 49 | 0,24 |  | 271 | 2 109 | 2 378 | 52 | 0,82 | 3   | 40 |
| 62 |     | 2  |  | 1    | 49 | 0,62 |  | 49  | 1 089 | 1 138 | 61 | 1,13 | 1,5 | 25 |
| 63 | B16 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 62 | 0,47 | 1   | 25 |
| 64 | B17 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 62 | 0,47 | 1   | 25 |
| 65 |     | 3  |  | 1,17 | 49 | 0,48 |  | 86  | 1 265 | 1 351 | 61 | 0,57 | 2   | 32 |
| 66 | B15 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 65 | 0,47 | 1   | 25 |
| 67 |     | 2  |  | 1,25 | 49 | 0,62 |  | 62  | 1 090 | 1 151 | 65 | 0,62 | 3   | 32 |
| 68 | B14 | 1  |  | 1,5  | 49 | 1    |  | 37  | 878   | 915   | 67 | 0,49 | 1   | 25 |
| 69 | B13 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 67 | 0,47 | 1   | 25 |
| 70 |     | 5  |  | 1,1  | 49 | 0,35 |  | 135 | 1 538 | 1 672 | 61 | 1,32 | 3   | 32 |
| 71 |     | 2  |  | 1    | 49 | 0,62 |  | 49  | 1 089 | 1 138 | 70 | 1,13 | 1,5 | 25 |
| 72 | B21 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 71 | 0,47 | 1   | 25 |
| 73 | B22 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 71 | 0,47 | 1   | 25 |
| 74 |     | 3  |  | 1,17 | 49 | 0,48 |  | 86  | 1 265 | 1 351 | 70 | 0,57 | 2   | 32 |
| 75 | B20 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 74 | 0,47 | 1   | 25 |
| 76 |     | 2  |  | 1,25 | 49 | 0,62 |  | 62  | 1 090 | 1 151 | 74 | 0,62 | 3   | 32 |
| 77 | B19 | 1  |  | 1,5  | 49 | 1    |  | 37  | 878   | 915   | 76 | 0,49 | 1   | 25 |
| 78 | B18 | 1  |  | 1    | 49 | 1    |  | 25  | 878   | 903   | 76 | 0,47 | 1   | 25 |

**RIGHT OF USE AGREEMENT**  
concerning use of the EvoFlat software

**1. Intellectual Property Rights**

User has a right to use the Software for own purposes. Danfoss retains all and every rights to the Software.

Except as expressly authorized by Danfoss, User agree not to reproduce, modify, rent, lease, loan, sell, distribute, mirror, frame, republish, transmit, in whole or in part, by any means, the Software. The User is not allowed to modify, decompile, or reverse engineer any software, including the Software, which Danfoss discloses to User, and User are not allowed to remove or modify any copyright or trademark notice, or other notice of ownership.

**2. Danfoss Disclaimer of Warranties**

2.1 USERS USE OF THE SOFTWARE IS AT USERS SOLE RISK UNLESS OTHERWISE EXPLICITLY STATED. THE SOFTWARE IS PROVIDED ON AN "AS IS" "AS AVAILABLE" AND "WITH ALL FAULTS" BASIS. DANFOSS DISCLAIMS ALL EXPRESS OR IMPLIED CONDITIONS, REPRESENTATIONS, AND WARRANTIES OF ANY KIND, INCLUDING ANY IMPLIED WARRANTY OR CONDITION OF MERCHANTABILITY, SATISFACTORY QUALITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NONINFRINGEMENT. DANFOSS MAKES NO REPRESENTATIONS, WARRANTIES, CONDITIONS OR GUARANTEES AS TO THE USEFULNESS QUALITY, SUITABILITY, TRUTH, ACCURACY OR COMPLETENESS OF THE SOFTWARE.

2.2 DANFOSS MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION THAT:

- (a) THE SOFTWARE WILL BE ERROR-FREE;
- (b) THE RESULTS THAT MAY BE OBTAINED FROM THE USE OF THE SOFTWARE WILL BE ACCURATE OR RELIABLE;
- (c) THE QUALITY OF THE SOFTWARE WILL MEET YOUR EXPECTATIONS OR REQUIREMENTS; OR
- (d) ANY ERRORS IN THE SOFTWARE WILL BE CORRECTED.

2.3 USER ASSUMES ALL RISK FOR ANY DAMAGE TO USER'S COMPUTER SYSTEM OR LOSS OF DATA THAT RESULTS FROM USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING ANY DAMAGES RESULTING FROM COMPUTER VIRUSES.

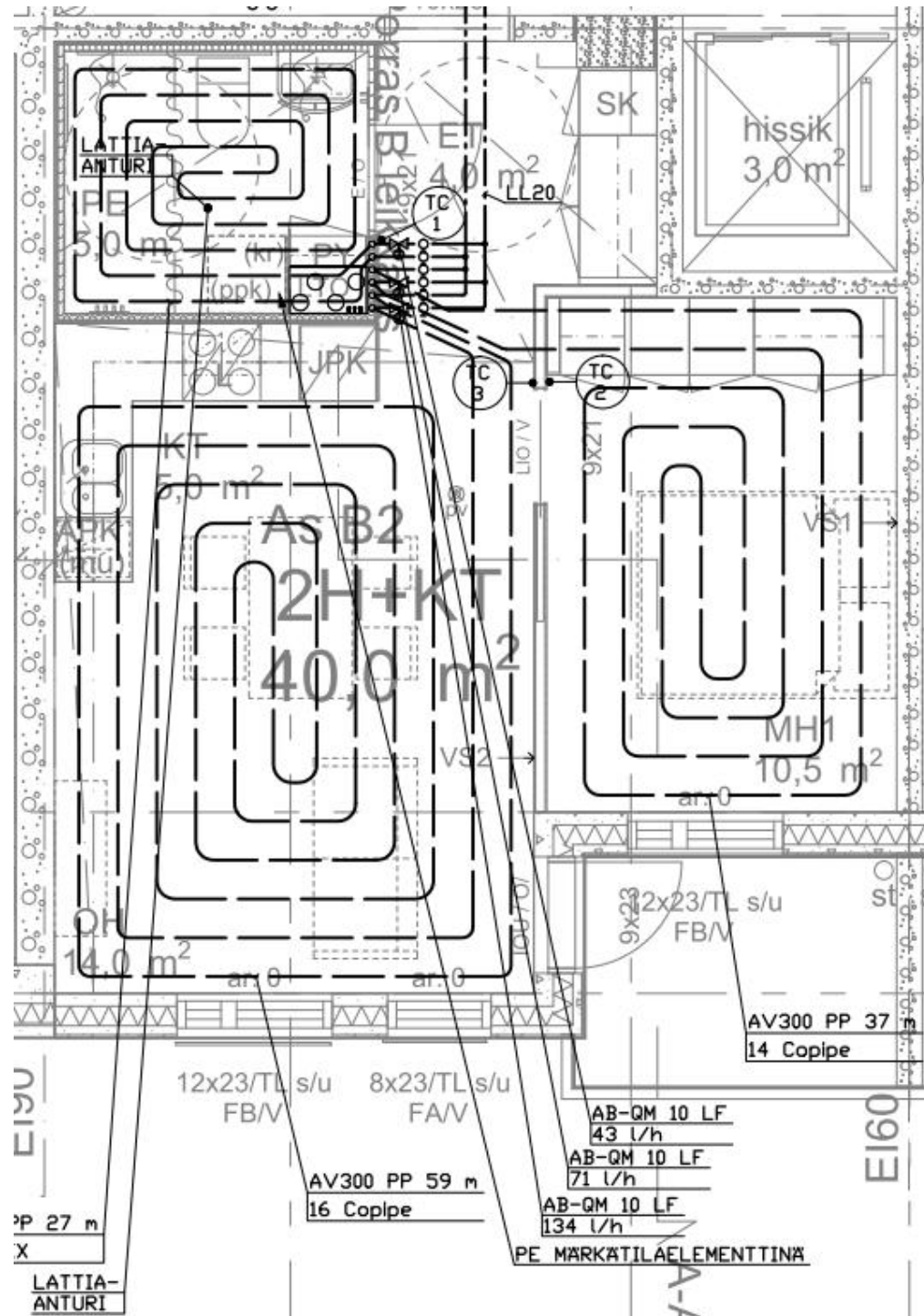
**3. Danfoss' Limitation of Liability**

3.1 TO THE FULL EXTENT PERMITTED BY LAW, DANFOSS IS NOT LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, PUNITIVE, SPECIAL, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, LOSS OF BUSINESS, REVENUE, PROFITS, GOODWILL, USE, DATA, ELECTRONICALLY TRANSMITTED ORDERS, OR OTHER ECONOMIC ADVANTAGE) ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE, EVEN IF DANFOSS HAS PREVIOUSLY BEEN ADVISED OF, OR REASONABLY COULD HAVE FORESEEN, THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, HOWEVER THEY ARISE, WHETHER IN BREACH OF CONTRACT OR IN TORT (INCLUDING NEGLIGENCE), INCLUDING WITHOUT LIMITATION DAMAGES DUE TO:

- (a) THE USE OF OR THE INABILITY TO USE THE SOFTWARE;
- (b) THE COST OF PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS.

3.2 TO THE EXTENT THAT ANY JURISDICTION DOES NOT ALLOW THE EXCLUSION OR LIMITATION OF DIRECT, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, PORTIONS OF THE ABOVE LIMITATION OR EXCLUSION MAY NOT APPLY.

## Perinteisellä järjestelmällä toteutetun asunnon lattialämmitys





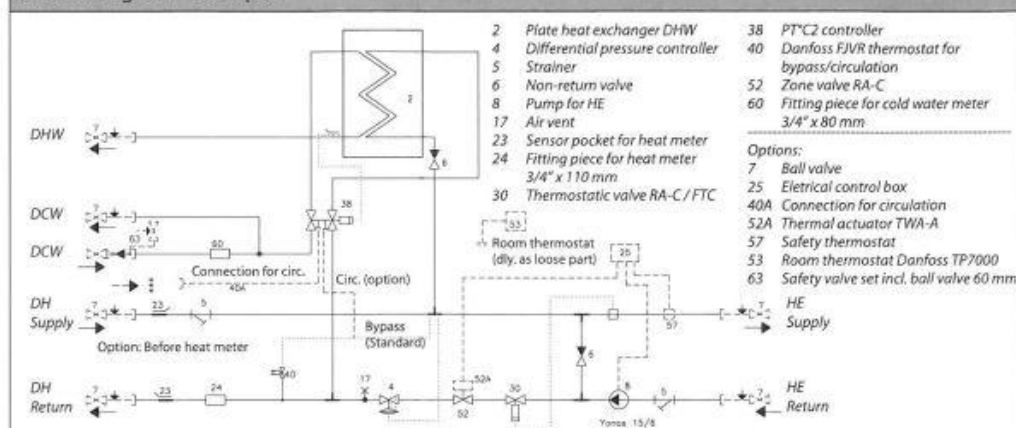
# LIITE 5.

## Akva LUX II S-F



### Akva Lux II S-F

Circuit diagram - example



#### Design specifications:

Nominal pressure (prim/sec.): PN 10 / PN 10

Max. supply temperature: 90 °C

DCW static pressure:  $p_{min} = 2.0$  bar

Brazing material (HEX): Copper

Weight excl. cover: 25 kg

Cover: White-lacquered steel

Electrical supply: 230 V AC

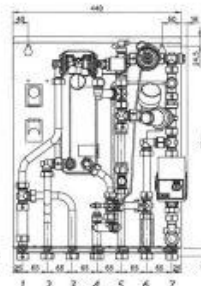
#### Dimensions (mm):

Without cover: H572 x W456 x D150

#### Connections sizes:

DH, HE, DHW, DCW: G 3/4" ET (ext. thread)

Circulation: R 1/2" ET (ext. thread)



#### Connections:

1. Domestic cold water (DCW) inlet
2. Domestic hot water (DHW)
3. Domestic cold water (DCW) outlet
4. District heating (DH) supply
5. District heating (DH) return
6. Heating (HE) supply
7. Heating (HE) return

#### Options:

- White cover for wall-mounted variant, closed or open at the bottom or white recess box for built-in variant
- Ball valves
- Room thermostat
- Thermal actuator Danfoss TWA-A
- Circulation sets
- Safety valve set
- Electrical control box

#### DHW: Capacity examples

| DHW capacity kW | Plate heat exchanger | Temperature primary °C | Temperature secondary °C | Flow rate primary l/h | Flow rate secondary l/h | Pressure loss prim. *kpa |
|-----------------|----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 37              | XB 06H-1.26          | 65/18.2                | 10/45                    | 680                   | 909                     | 21                       |
| 45              | XB 06H-1.26          | 65/19.2                | 10/45                    | 845                   | 1106                    | 33                       |
| 37              | XB 06H-1.40          | 65/17.9                | 10/45                    | 676                   | 909                     | 18                       |
| 45              | XB 06H-1.40          | 65/18.0                | 10/45                    | 823                   | 1106                    | 26                       |
| 55              | XB 06H-1.40          | 65/18.1                | 10/45                    | 1009                  | 1351                    | 39                       |
| 37              | XB 06H-1.26          | 65/21.5                | 10/50                    | 731                   | 796                     | 25                       |
| 45              | XB 06H-1.26          | 65/22.6                | 10/50                    | 913                   | 968                     | 38                       |
| 37              | XB 06H-1.40          | 65/20.8                | 10/50                    | 720                   | 796                     | 20                       |
| 45              | XB 06H-1.40          | 65/20.9                | 10/50                    | 878                   | 968                     | 29                       |
| 55              | XB 06H-1.40          | 65/21.2                | 10/50                    | 1080                  | 1183                    | 44                       |

\* Heat meter not incl.

#### Heating: Capacity examples

| Heating capacity | Heating circuit Δt °C | Pressure loss Primary *kpa | Flow rate Primary l/h |
|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| 10               | 20                    | 20                         | 430                   |
| 10               | 30                    | 9                          | 287                   |
| 10               | 40                    | 6                          | 215                   |
| 15               | 20                    | 43                         | 645                   |
| 15               | 30                    | 20                         | 430                   |
| 15               | 40                    | 12                         | 323                   |

\* Heat meter not incl.

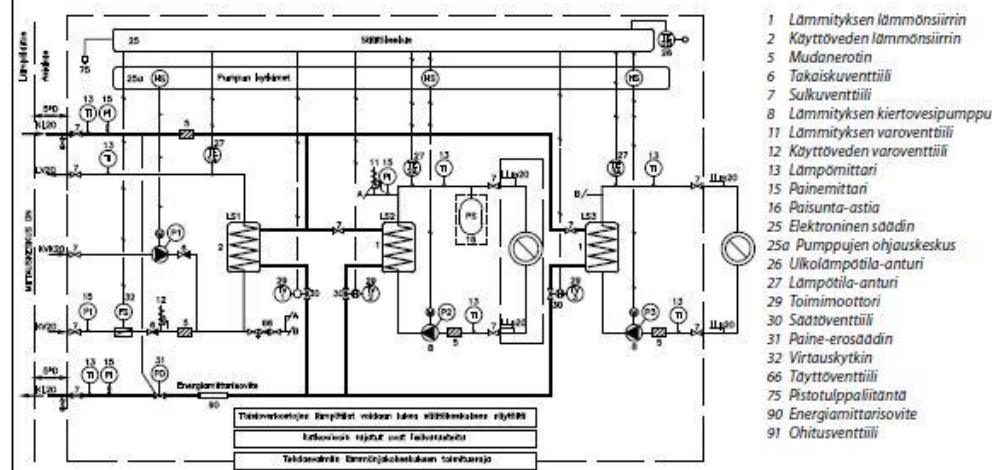
Danfoss Redan A/S · District Heating · Omega 7, Søften · DK-8382 Hinnerup · Denmark

Tel.: +45 87 43 89 43 · Fax: +45 87 43 89 44 · redan@danfoss.com · www.redan.danfoss.dk

Danfoss can accept no responsibility for possible errors in catalogues, brochures and other printed material. Danfoss reserves the right to alter its products without notice. This also applies to products already on order provided that such alterations can be made without consequential changes being necessary in specifications already agreed. All trademarks in this material are property of the respective companies. Danfoss and the Danfoss logotype are trademarks of Danfoss A/S. All rights reserved.

## Akva Lux VX3 E

## Kytentäkaavio - esimerkki



## Takuu

Akva Lux VX3 E -lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimillä ja lämmityksen kiertovesipumpuilla on 5 vuoden takuu kaukolämpökäytössä kotimaassa. Muilla komponenteilla on 2 vuoden takuu.

## Teknisiä tietoja

Rakennepaine PN 16  
KL tulolämpötila  $T_{max} = 120^{\circ}\text{C}$

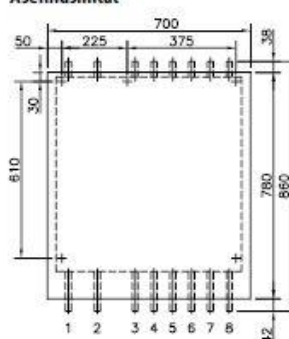
Sähkösyöttö 230 VAC

Paino 65 kg

## Ulkomitat

Ulkomitat ilman suojakotelo  
K870 x L660 x S360  
Suojakotelo: K860 x L700 x S380.

## Asennusmitat



## Mittapiirros ja putkikytkennät



- 1 Kaukolämpö meno, 3/4" ulkokierre
- 2 Kaukolämpö paluu, 3/4" ulkokierre
- 3 Lämmityspiiri 1 paluu, 3/4" ulkokierre
- 4 Lämmityspiiri 1 meno, 3/4" ulkokierre
- 5 Lämmityspiiri 2 paluu, 3/4" ulkokierre
- 6 Lämmityspiiri 2 meno, 3/4" ulkokierre
- 7 Lämmin käyttövesi, 3/4" ulkokierre
- 8 Kylmä käyttövesi, 3/4" ulkokierre

## Lisävarusteet:

Huoneanturi  
Huoneyksikkö

| Maksimiteho (kW) |                       |                     |                                |   |            |
|------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|---|------------|
| Malli            | Käyttövesi<br>10-58°C | Lämmitys<br>40-70°C | Lattia-<br>lämmitys<br>30-36°C | Maks.<br>virtaus (l/s)<br>lattia-<br>lämmitys | LVI-numero |
| VX3 E            | 60                    | 15                  | 12                             | 0,50  | 5321012    |

Oy Danfoss Ab · PL 19 · 79101 Leppävirta

Puh: 0207 010 600 · Fax: 0403 092 289 · myynti@danfoss.com · www.lampo.danfoss.fi

Danfoss ei vastaa laitteissa, esitteissä tai muissa painetuksissa mahdollisesti esiintyvistä virheistä. Danfoss pidättää itselleen oikeuden tehdä ennallaan ilmoittamatta muutoksia, myös jo tulkittuihin, mikäli nämä vaihtelevat muuttamatta ja soveltuvasti teknologian kehitykseen. Kaikki lisä- ja lisävarusteissa esiintyvät tavaramerkit ovat asianomaisten yritysten omaisuutta. Danfoss ja Danfoss-Logo ovat Danfoss A/S:n tavaramerkkejä. Kaikki oikeudet pidätetään.